



Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag

Rapportage t/m
monitoringjaar 2024

Sjoerd Duijns
Karin Troost
Erik van Winden
Kees Rappoldt
Jeroen Nienhuis
Hans Schekkerman
Eelke O. Folmer

Sovon-rapport 2025/32



Colofon

© Sovon Vogelonderzoek Nederland 2025

Dit rapport is samengesteld in opdracht van de NAM

Wijze van citeren: Duijns, S., Troost K., van Winden E., Rappoldt K., Nienhuis J., Schekkerman H. & Folmer, E.O. 2025. Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - rapportage tot en met monitoringjaar 2024. Sovon-rapport 2025/32. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Foto's: Harvey van Diek en Hans Schekkerman

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 en/of opdrachtgever.

Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag

Rapportage t/m monitoringjaar 2024

Sjoerd Duijns - Sovon Vogelonderzoek Nederland

Karin Troost - Wageningen Marine Research

Erik van Winden - Sovon Vogelonderzoek Nederland

Kees Rappoldt - EcoCurves

Jeroen Nienhuis - Sovon Vogelonderzoek Nederland

Hans Schekkerman - Sovon Vogelonderzoek Nederland

Eelke O. Folmer - Ecospace



Sovon-rapport 2025/32

Dit rapport is samengesteld

in opdracht van de NAM (Sovon project S2024.218)



Inhoud

1. Samenvatting	6
2. Inleiding	8
3. Selectie vogelsoorten	10
4. Beslisschema naar matrix	12
5. Monitoring data	13
5.1 Onderzoeksgebied	13
5.2 Hoogtekaart	13
5.3 Lodingen Rijkswaterstaat	13
5.4 LiDAR	13
5.5 Waterstanden	13
5.6 Bodemdieren	13
5.6.1 SIBES	13
5.6.2 WOT litorale surveys waddenzee	14
5.7 Vogeltellingen	14
6. Wadmap: van benthos naar proxy	15
6.1 Algemeen	15
6.2 Berekeningswijze Wadmap	15
6.3 Voedsel生态学 vogels	16
6.3.1 Functionele respons	16
6.3.2 Prooi keuze	16
6.3.3 Dieet	16
6.3.3 Voedselbehoefte en beschikbare foerageertijd	18
6.4 Berekende proxies	18
7. Structural Equation Modelling (SEM)	19
7.1 Constructie dataset - linken van aantallen met droogvalduur en benthos	19
7.2 Beschrijving SEM methodiek	20
7.3 Voedselaanbod door het jaar heen	20
7.3.1 Beschikbaarheid en bereikbaarheid	20
7.3.2 Voorbereiding data per soort	21
8. Resultaten SEM analyse	23
8.1 Scholekster voedselaanbod	23
8.2 Scholekster SEM resultaten	26
8.3 SEM-resultaten overige soorten	28
8.4 Uitkomsten beslissing matrix SEM	28
8.5 Verschil in aanwezige en geschatte vogels	29
8.6 Analyse van de latente variabele F in het MLV gebied	29
9. Resultaten monitoring Wadmap	30
9.1 Ontwikkelingen Waddenzee	30
9.2 Ontwikkelingen bodemdieren Waddenzee	30
9.3 Voedselaanbod Pinkegat-Zoutkamperlaag	31
9.3.1 Schelpdieren	31
9.3.2 Kreeftachtigen	32
9.3.3 Wormen	32
9.4 Vogels	33
9.4.1 Bergeend	33
9.4.2 Pijlstaart	36

9.4.3 Scholekster	39
9.4.4 Kluut	42
9.4.5 Zilverplevier	44
9.4.6 Bontbekplevier	47
9.4.7 Kanoet	50
9.4.8 Drieteenstrandloper	53
9.4.9 Bonte Strandloper	55
9.4.10 Rosse Grutto	58
9.4.11 Wulp	61
9.4.12 Tureluur	64
9.4.13 Steenloper	66
10. Algemene discussie en conclusies	69
10.1 Signaleringsmonitoring en signalering	69
10.2 Ecologische verklaringen van waargenomen veranderingen	72
10.2.1 Drukfactoren en hun effecten	72
10.2.2 Voedsellandschap	73
10.2.3 Kwaliteit van de HVP	74
10.2.4 Verstoringslandschap	75
10.3 Aanbevelingen	75
Literatuur	77
Bijlage I – De opnamedatum van de LiDAR kaarten	84
Bijlage II – Trends in de proxies	85
Bijlage III – Trends in SEM proxy	88
Bijlage IV - SEM proxy per soort, deelgebied en maand	89

1. Samenvatting

De gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen (samen: MLV) kan effecten hebben op het Natura 2000 gebied Waddenzee. Uit voorzorg vindt de winning plaats volgens het 'Hand aan de kraan' principe. In dat kader vindt een uitgebreide monitoring plaats van biotische en abiotische parameters, om te controleren of gaswinning vanaf de bovengenoemde locaties geen meetbaar nadelig effect heeft op de instandhoudingsdoelstellingen van de speciale beschermingszone Waddenzee, waaronder een groot aantal vogelsoorten waarvoor het gebied is aangewezen.

Onder invloed van het jaarlijkse commentaar en adviezen van de Auditcommissie is het monitoringprogramma in de loop der jaren steeds verder ontwikkeld. De op de wadplaten gemonitorde variabelen bodemdieren, bodemhoogte en waterstanden worden geïntegreerd tot één variabele die zo goed mogelijk de instandhoudingsdoelen representeert, die voor vogelsoorten zijn geformuleerd als "draagkracht voor [een bepaald aantal] vogels". Het is niet mogelijk de draagkracht voor de verschillende wadvogelsoorten direct te bepalen op basis van deze metingen, maar het is wel mogelijk om de metingen te combineren tot proxies (benaderingen) voor draagkracht. Dit gebeurt met het rekenmodel Wadmap. Uiteindelijk zijn proxies voor draagkracht ontwikkeld voor dertien wadvogelsoorten: Bergeend, Pijlstaart, Scholekster, Kluut, Zilverplevier, Bontbekplevier, Kanoet, Drieteenstrandloper, Bonte Strandloper, Rosse Grutto, Wulp, Tureluur en Steenloper. Naast de ontwikkelingen in de proxies voor draagkracht worden ook de ontwikkelingen in vogelaantallen in het winningsgebied gevolgd en vergeleken met ontwikkelingen elders in de Nederlandse Waddenzee en daarbuiten. Aan de hand van de combinatie van de ontwikkeling van de proxies enerzijds en van de getelde aantallen vogels (ten opzichte van die in andere regio's) anderzijds wordt de vraag beantwoord of er meetbare veranderingen kunnen worden aangetoond die mogelijk duiden op een negatief effect van de gaswinning op de leefomstandigheden voor vogels in het MLV-gebied.

Naast de bestaande aanpak is vanaf 2021 de evaluatie uitgebreid met een nieuwe analysetechniek, namelijk structurele vergelijgingsmodellering, oftewel *Structural Equation Modelling* (SEM). Deze aanpak is een combinatie van multivariate factoranalyse en regressie waarmee een reeks relaties tussen een of meer onafhankelijke variabelen en een of meer afhankelijke variabelen kan worden geanalyseerd. Het doel van SEM is om 'ruwe' correlaties tussen direct waargenomen variabelen zoals beschikbaarheid en kwaliteit van

voedsel en aantallen vogels te verklaren. In deze rapportage hebben we dezelfde methodiek toegepast als in afgelopen rapportage (Duijns *et al.* 2024b) op dezelfde 13 soorten vogels. Net als bij de Wadmap-proxies is op de uitkomsten een regressieanalyse uitgevoerd om te evalueren of er een structurele negatieve verandering kan worden aangetoond die mogelijk duidt op een meetbaar effect van de gaswinning.

Het zwaartepunt van dit rapport over de monitoring tot en met het monitoringjaar 2024 betreft de rapportage per vogelsoort over de ontwikkeling van de proxies voor draagkracht en de SEM proxy in het bodemdalingsgebied Pinkegat-Zoutkamperlaag. Er zijn berekeningen uitgevoerd voor zeven verschillende proxies uit Wadmap en één proxy uit de SEM, beide op basis van de korte prooilijsten, die de soorten en grootteklassen van bodemdieren omvat die gewoonlijk het hoofdvoedsel vormen van de betreffende vogelsoort. Ook wordt voor elk van de 13 onderzoeksoorten het aantalsverloop in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag over de periode 2007/2008 – 2023/2024 gerapporteerd en vergeleken met het aantalsverloop in de rest van de Nederlandse Waddenzee, alsook met het aantalsverloop in de Duitse en Deense Waddenzee. Er zijn ook trends berekend voor de lange termijn (vanaf 1994/1995) en vanaf de start van de bodemdaling (seizoen 2007/2008).

Adviezen Auditcommissie 2024

De Auditcommissie - onderdeel van de Commissie voor de milieu effect rapportage - komt in haar evaluatie van het meest recente monitoringrapport (Duijns *et al.* 2024b) tot de volgende aanbeveling (Auditcommissie 2024):

De Commissie schrijft dat in de monitoringsrapportages over vogels van de Waddenzee en Lauwersmeer het opgenomen beslisschema een verbetering is ten opzichte van vorige rapportages. De Commissie stelt dat dit beslisschema nog verder kan worden uitgebouwd en benut. Volgens de Commissie is het beslisschema over draagkracht en vogels op wadplaten niet in overeenstemming met de hoofdvraag. Het beslisschema eindigt nu met een blok 'aanwijzingen voor of tegen', en de Commissie adviseert dat dit per deelgebied zou moeten eindigen met de conclusie als antwoord: 'geen/wel meetbaar effect vastgesteld'. In het rapport over vogels staat de aanbeveling om het beslisschema aan te passen en om verschillende stappen te integreren. De Auditcommissie adviseert het

beslisschema te gebruiken om de hoofdvraag, “is er wel of geen meetbaar effect vastgesteld”, te beantwoorden.

We interpretern deze opmerking van de Commissie dat deze rapportage geen conclusies moet trekken over een causaal verband tussen veranderingen in vogelaantallen en voedselaanbod in het winningsgebied en bodemdaling als gevolg van de gaswinning, maar moet richten op het vaststellen van meetbare veranderingen ('effecten'). De causale interpretatie van deze (meetbare) veranderingen moet dan vervolgens worden beschreven in het integratierapport waarin de resultaten van verschillende deelstudies (dit rapport en over bodemdaling) bij elkaar gebracht worden, door een andere partij. Echter, in de Wadmap-proxies vindt ook al een integratie plaats van gegevens over hoogteligging, overspoelingsduur en aanwezigheid van vogelvoedsel (benthos), en het tot dusver gehanteerde beslisschema is gebaseerd op de hypothetische keten van effecten van de gaswinning, via bodemdaling, op de draagkracht van het onderzoeksgebied voor vogels.

Deze wens van de commissie betekent echter dat we het tot dusver gebruikte beslisschema niet meer kunnen hanteren. Daarom is in dit rapport een beslissingsmatrix gebruikt in plaats van het eerdere beslisschema. In hoofdstuk 4 staan de details over deze aanpassing. Deze aanpassing heeft overigens mede als voordeel dat er geen hiërarchie meer zit in de vragen van het beslisschema, maar beide analyseresultaten (vogeltrends en proxies) gelijkwaardig worden geëvalueerd. De nadruk ligt dus op de vaststelling van meetbare veranderingen: trends in de proxies en/of in de aantallen vogels van de 13 soorten die in dit onderzoek zijn onderzocht.

Conclusies rapportagejaar 2024

Toepassing van de beslissingsmatrix op de resultaten tot en met monitoringjaar 2024 leidt tot de volgende conclusies:

- Voor 8 soort-seizoen combinaties (Pijlstaart, Scholekster, Kanoet en Steenloper) vertoont minimaal één Wadmap-proxy voor draagkracht een negatieve trend, en kan dus geconcludeerd worden dat er meetbare negatieve veranderingen gevonden zijn die mogelijk kunnen duiden op een effect van de gaswinning;
- Voor 16 onderzochte soort-seizoen combinaties luidt de conclusie dat er geen negatieve meetbare veranderingen zijn gevonden;
- Voor zes soort-seizoen combinaties (Scholekster, Drieteenstrandloper en Steenloper) vertoonde de SEM proxy een negatieve trend. In de Wadmap analyse laten de Scholekster en Steenloper ook een negatieve trend zien in een aantal proxies voor

- draagkracht, maar niet de Drieteenstrandloper;
- Voor drie soorten (Drieteenstrandloper, Bonte Strandloper en Tureluur) wijkt de ontwikkeling van de aantallen in Pinkegat en Zoutkamperlaag in *negatieve* zin af van de aantalsontwikkeling in de rest Nederlandse Waddenzee;
- Voor twee soorten (Bontbekplevier en Rosse Grutto) wijkt de ontwikkeling van de aantallen in Pinkegat en Zoutkamperlaag in *positieve* zin af van de aantalsontwikkeling in de rest van de Nederlandse Waddenzee;
- De SEM analyse laat zien dat de voedselbeschikbaarheid niet bij alle soorten de aantallen vogels in de verschillende deelgebieden even goed kan verklaren. Soorten waarbij dit minder goed lukt zijn met name soorten met een breed prooienspectrum, en soorten die in grote groepen foerageren.

2. Inleiding

De gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen (samen: MLV) kan effecten hebben op het Natura 2000 gebied Waddenzee. De voorspelde daling van wadplaten als gevolg van bodemdaling door gaswinning is uitermate gering en er worden geen effecten op vogels voorspeld (Meesters *et al.* 2006). Desondanks vindt uit voorzorg de winning plaats volgens het ‘Hand aan de kraan’ principe, waarbij de jaarlijkse zeespiegelstijging en bodemdaling door gaswinning samen niet de kombergings specifieke sedimentatie capaciteiten van het Pinkegat en de Zoutkamperlaag mogen overschrijden. Naast de meet- en regelcyclus rondom de bodemdalingssnelheid vindt er een uitgebreide monitoring plaats van biotische en abiotische parameters, om te controleren of gaswinning vanaf de bovengenoemde locaties geen meetbaar nadelig effect heeft op de instandhoudingsdoelstellingen van de speciale beschermingszone Waddenzee, waaronder een groot aantal vogelsoorten waarvoor het gebied is aangewezen.

In het monitoring programma voor de jaren 2014-2019 (NAM 2014), is gekozen voor een analysestrategie waarbij de op de wadplaten gemonitorde variabelen bodemdieren, bodemhoogte, sedimentatie en waterstanden worden geïntegreerd tot één variabele die zo goed mogelijk de ecologische instandhoudingsdoelen met betrekking tot wadvogels representeert (Auditcommissie 2014). Het is niet mogelijk de draagkracht voor de verschillende wadvogelsoorten direct te bepalen op basis van deze metingen, maar het is wel mogelijk om de metingen te combineren tot proxies voor draagkracht voor een groot aantal soorten wadvogels. Uiteindelijk zijn proxies voor draagkracht ontwikkeld voor dertien wadvogelsoorten: Bergeend, Pijlstaart, Scholekster, Kluut, Zilverplevier, Bontbekplevier, Kanoet, Drieteenstrandloper, Bonte Strandloper, Rosse Grutto, Wulp, Tureluur en Steenloper (e.g. Ens *et al.* 2015a, Ens *et al.* 2016, Ens *et al.* 2017).

In de rapportage over de monitoring t/m het jaar 2018 is uitgebreid aandacht besteed aan het valideren van de proxies (Ens *et al.* 2019). Uitgangspunt voor die validatie was de aanname dat de proxy die het sterkst correleert met de verspreiding van een vogelsoort in de Waddenzee (bepaald op basis van hoogwatertellingen), de draagkracht voor die soort het dichtste benadert. Uiteindelijk is destijds gekozen voor een hybride aanpak, waarbij zowel is gekeken naar variatie in de ruimte, tussen 12 deelgebieden in de Nederlandse Waddenzee, als in de tijd, tussen de zes jaren waaruit voor de hele Waddenzee SIBES-gegevens over bodemfauna beschikbaar waren (2008-2013). Het bleek dat bij alle soort/maand combinaties de hypothese van

een recht evenredig verband tussen de proportionele vogelaantallen en proportionele proxywaarden moest worden verworpen. Echter, in bijna alle gevallen bleek er sprake van een groot gebiedseffect. Dat wil zeggen dat er systematische verschillen waren tussen gebieden in de relatie tussen de draagkrachtproxy en de proportionele vogelaantallen. Daarnaast bleken de proxies onderling vaak sterk gecorreleerd, zodat het mogelijk was de algemene trend voor de verschillende proxies te interpreteren als de beste schatting voor de trend in het beschikbare voedselaanbod.

Net als in voorgaande jaren zijn berekeningen uitgevoerd voor 7 verschillende proxies op basis van de korte prooijlijst:

1. **Opp**: het areaal geschikt foerageerhabitat op basis van de berekende opnamesnelheid van voedsel en een energetisch bepaalde minimaal benodigde opnamesnelheid van de betrokken vogelsoort.
2. **BMaanw**: de aanwezige biomassa aan prooidier-soorten die deel uitmaken van het dieet.
3. **BMoogst**: de oogstbare prooibiomassa. Dit is de biomassa prooidieren in gebieden waar de drempelwaarde in opnamesnelheid gehaald wordt.
4. **BMoogstDr**: de beschikbare oogstbare prooibiomassa. Dit is de oogstbare prooibiomassa vermenigvuldigd met de lokale droogvalduur
5. **FRaanw**: de opnamesnelheden berekend voor het aanwezige voedsel, gesommeerd over de totale oppervlakte
6. **FRoogst**: de berekende opnamesnelheden, gesommeerd over de oppervlaktes waar de kritische opnamesnelheid gehaald wordt, d.w.z. waar het voedsel oogstbaar is
7. **FRoogstDr**: de berekende opnamesnelheden, gesommeerd over de oppervlaktes waar de kritische opnamesnelheid gehaald wordt, en vermenigvuldigd met de lokale droogvalduur

Voor alle 13 soorten is het verloop van deze 7 proxies berekend voor twee seizoenen (maanden) in het jaar. In totaal dus 26 soort-seizoen combinaties. Een belangrijke aanname is dat voedsel de allesbepalende factor is in het bepalen van de draagkracht van de Waddenzee voor wadvogels.

Voor elk van de 13 onderzoeksoorten wordt het aantalsverloop in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag over de periode 1994/1995 – 2023/2024 gerapporteerd en vergeleken met het aantalsverloop in de rest van de Nederlandse Waddenzee, alsook met het aantalsverloop in de Duitse en Deense Waddenzee en met dat van de totale flyway-populaties van de betreffende soorten. Er zijn trends berekend voor

de lange termijn (vanaf 1994/1995) en de korte termijn, welke vanaf dit jaar overeenkomt met de start van de winning (vanaf 2007/2008), de zogenaamde MLV-winningsperiode.

Naast deze aanpak is vanaf 2021 de evaluatie uitgebreid met een nieuwe analysetechniek, namelijk structurele vergelijkingsmodellering, oftewel *Structural Equation Modelling* (SEM). Deze aanpak is een combinatie van multivariate factoranalyse en regressie waarmee een reeks relaties tussen een of meer onafhankelijke variabelen en een of meer afhankelijke variabelen kan worden onderzocht. Het doel van SEM is om 'ruwe' correlaties tussen direct waargenomen variabelen zoals aantallen vogels en beschikbaar benthos te verklaren. Een SEM omvat de constructie van een theoretisch model, waarbij de (veronderstelde) causale verbanden worden geformuleerd. Deze modellen kunnen grafisch en met behulp van systemen van vergelijkingen worden beschreven. In een tweede stap wordt aan de hand van data het model statistisch geschat en worden de causale verbanden getoetst. Om beide methoden te vergelijken is gekozen om de beslissing matrix toe te passen met de relevante output van de SEM. Met andere woorden, waar eerder de proxies geëvalueerd worden op trends, is dit in de huidige rapportage ook gedaan met de geschatte latente variabele 'foerageerpotentieel' (FP).

Op basis van de resultaten wordt voor alle soorten de beslissing matrix (Hoofdstuk 4) doorlopen om tot een conclusie te komen over mogelijke meetbare effecten van bodemdaling door gaswinning uit de MLV-velden.

3. Selectie vogelsoorten

De selectie van vogelsoorten is eerder beschreven (e.g. Ens *et al.* 2020, Ens *et al.* 2021b), maar omdat het voor de monitoring een belangrijke keuze betreft, is ervoor gekozen om dit keuzeproces en de belangrijkste argumenten kort te herhalen in vervolgrapportages.

Voorafgaand aan de start van de winning uit de velden Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen is onderzoek uitgevoerd naar mogelijke effecten op beschermde natuurwaarden door bodemdaling in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag (Meesters *et al.* 2006). In die studie werd aangenomen dat de kans op significante effecten klein was, maar is toch besloten een monitoringprogramma op te zetten.

De Waddenzee is aangewezen voor 38 soorten niet-broedvogels. In Tabel 3.1 is het instandhoudingsdoel voor de Waddenzee weergegeven voor al deze soorten, als ook de doelstelling voor Nederland. Voor een groot aantal soorten moet de Nederlandse doelstelling gehaald worden in de Waddenzee.

Daling van de diepe ondergrond zal in theorie leiden tot daling van het wad-oppervlak. De feitelijke bodemdaling is het resultaat van de daling van de diepe ondergrond ten gevolge van de gaswinning en de compenserende opslibbing. Omdat de gaswinning tijdelijk is, leidt dat in theorie tot een verlaging van de wadplaten, die volgens de modelberekeningen de compenserende opslibbing zal verhogen (Wang & Eysink 2005). Na afloop van de gaswinning nadert de plaathoogte weer naar het niveau dat er ook zonder gaswinning zou zijn geweest (Wang & Eysink 2005). Dit zal naar verwachting geen ecologische effecten hebben op de delen van de Waddenzee die altijd onder water staan (het sublitoraal), maar het kan betekenen dat wadplaten minder lang droog liggen en daar zouden vogels die op de wadplaten naar voedsel zoeken last van kunnen hebben. Daarnaast laten een recent onderzoek zien, dat er reeds een klein, maar significant verschil, in gemiddelde korrelgrootte is aangetoond in het MLV gebied over een periode van 12 jaar, wat tot een verandering in samenstelling van bodemdieren laat zien (de la Barra *et al.* 2023), maar niet in biomassa. Helaas zijn er geen gebied dekkende gegevens beschikbaar over de situatie van voor de gaswinning begon.

Kwelders kunnen vaker overstromen, maar dit zal vooral effect hebben op de vogels die op de kwelder broeden. Overstromingen tijdens het broedseizoen kunnen negatieve gevolgen hebben voor het broedsucces (van de Pol *et al.* 2010a, Bailey *et al.* 2017, 2019, Duijns *et al.* 2024a). Deze voorliggende signaleringsmonitoring richt zich echter op de niet-broedvogels,

en voor de ganzen en eenden die buiten de broedtijd op de kwelder grazen (en goed kunnen zwemmen) zal het effect van een iets verhoogde overstromingskans weinig effect hebben.

In Tabel 3.1 is voor alle beschermde niet-broedvogels het voedsel en het foerageerhabitat aangegeven en op basis daarvan of er een mogelijk effect van bodemdaling is, met de volgende uitzonderingen:

1. vogels die op vis jagen in het sublitoraal, zoals Fuut en Aalscholver;
2. vogels die naar bodemdieren duiken in het sublitoraal, zoals Toppereend en Brilduiker;
3. vogels die op de kwelder grazen, zoals Brandgans en Rotgans.

Op in totaal 16 vogelsoorten verwachten wij geen negatief effect van bodemdaling (Tabel 3.1). Voor 17 soorten die naar bodemdieren op de drooggevallen wadplaten zoeken is een effect via droogligtijd niet uit te sluiten en er zijn vijf vogelsoorten die iets lastiger zijn te classificeren:

- Overwinterende Eidereenden vinden hun voedsel (schelpdieren) vooral in het sublitoraal (Ens & Kats 2004, Cervenel *et al.* 2015), waar geen effect van bodemdaling verwacht wordt.
- Lepelaars, Groenpootruiters en Zwarte Ruiters jagen vooral op visjes en Garnalen, maar ook wel wormen en krabben, in plasjes en slenkjes, waarbij de Lepelaar in dieper water foerageert en grotere prooien zal vangen (Jouta *et al.* 2018, Enners *et al.* 2020). Hierdoor is de verwachting dat Lepelaars minder last hebben van bodemdaling, dan de vogels die afhankelijk zijn van droogvallend wad.
- Slechtvalken jagen vooral op middelgrote steltlopers (van den Hout 2009). Als steltlopers in aantal achteruitgaan door bodemdaling, dan kan dit in theorie een effect hebben op de overwinterende Slechtvalken, maar het aantonen van een dergelijk indirect verband zal heel erg moeilijk zijn.

Op basis van het bovenstaande, plaatsen we de betreffende soorten in de groep waar we geen effect verwachten. Bovendien leveren de bentische bemonsteringen door Wageningen Marine Research (WMR) en het Koninklijk Nederlands Instituut voor Zeeonderzoek (NIOZ; SIBES) van de bodemdieren geen goed beeld van de epibenthische bodemdieren en vissen waar Lepelaar, Groenpootruiter en Zwarte Ruiter op jagen.

In totaal blijven er 17 beschermde vogelsoorten waar het op het eerste gezicht zinvol lijkt om de monitoring data te integreren en een proxy voor draagkracht te ontwikkelen. Voor 13 soorten zijn hiertoe de eerste

stappen gezet (Ens *et al.* 2015b, Ens *et al.* 2016), en vervolgens gebruikt in vervolgrapportages. Bij nadere inspectie bleek het niet zinvol om voor de resterende vier soorten (Goudplevier, Grutto, Kievit en Krombekstrandloper) een proxy voor draagkracht te ontwikkelen (Ens *et al.* 2017). Goudplevieren, Grutto's

en Kieviten foerageren voornamelijk op binnendijkse graslanden en soms akkers (van de Kam *et al.* 2004), en Krombekstrandlopers komen vrijwel alleen voor in waddengebied rond Westhoek langs de Friese kust, buiten het bodemdalingsgebied (Kleefstra & Schekkerman 2019).

Tabel 3.1. Instandhoudingsdoelen voor 38 soorten niet-broedvogels waarvoor de Waddenzee is aangemeld als Natura2000 gebied. Voor de doelstelling voor de Waddenzee is aangegeven of de kwaliteit van het leefgebied in stand moet worden gehouden (=), of moet verbeteren (>), en het instandhoudingsdoel in termen van het aantal vogels en welk percentage dat is van het instandhoudingsdoel voor Nederland. Voor dat instandhoudingsdoel is aangegeven of het om een seizoensgemiddelde, januari-aantallen of een seizoensmaximum gaat. In de volgende kolommen is aangegeven wat het dieet is (vis, benthos, vogels of planten), het foerageerhabitat (sub = sublitoraal, lit = litoraal, ter = terrestrisch), of bodemdaling een effect zou kunnen hebben, of een proxy voor draagkracht zinvol is en of er al proxies voor draagkracht zijn gemaakt.

Soort nr.	Soort	Doelstelling Waddenzee		Doelstelling Nederland		dieet	habitat	mogelijk effect bodemdaling	model zinvol	model gemaakt
		Kwaliteit leefgebied	Aantal vogels	% van landelijke doel	Aantal vogels	Gemiddelde of maximum waarde				
A005	Fuut	=	310	3%	10900	seizoensgemiddelde	vis	sub	nee	
A017	Aalscholver	=	4200	17%	24500	seizoensgemiddelde	vis	sub	nee	
A034	Lepelaar	=	520	42%	1225	seizoensgemiddelde	vis & benthos	lit	?	nee nee
A037	Kleine zwaan	=	1600	33%	4820	seizoensgemiddelde	planten	ter	nee	
A043	Grauwe gans	=	7000	8%	86300	seizoensgemiddelde	planten	ter	nee	
A045	Brandgans	=	36800	26%	140900	seizoensgemiddelde	planten	ter	nee	
A046	Rotgans	=	26400	72%	36500	seizoensgemiddelde	planten	ter	nee	
A048	Bergeend	=	38400	79%	48900	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja ja
A050	Smient	=	33100	13%	258200	seizoensgemiddelde	planten	ter	nee	
A051	Krakeend	=	320	3%	10200	seizoensgemiddelde	planten	ter	nee	
A052	Wintertaling	=	5000	24%	21000	seizoensgemiddelde	planten	ter	nee	
A053	Wilde eend	=	25400	20%	128000	seizoensgemiddelde	planten	ter/lit	nee	
A054	Pijlstaart	=	5900	75%	7850	seizoensgemiddelde	planten & benthos	ter/lit	ja	ja ja
A056	Slobeend	=	750	13%	5750	seizoensgemiddelde	planten	ter	nee	
A062	Toppereend	>	3100	16%	19200	seizoensgemiddelde	benthos	sub	nee	
A063	Eidereend	>	90000-115000	78%-82%	115000-140000	januari-aantallen	benthos	sub/lit	?	nee nee
A067	Brilduiker	=	100	2%	4380	seizoensgemiddelde	benthos	sub	nee	
A069	Middelste zaagbek	=	150	5%	3310	seizoensgemiddelde	vis	sub	nee	
A070	Grote zaagbek	=	70	4%	1800	seizoensgemiddelde	vis	sub	nee	
A103	Slechtvalk	=	40	22%	180	seizoensmaximum	vogels	ter	?	nee nee
A130	Scholekster	>	140000-160000	78%-80%	180000-200000	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja ja
A132	Kluut	=	6700	70%	9510	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja ja
A137	Bontbekplevier	=	1800	80%	2260	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja ja
A140	Goudplevier	=	19200	59%	32300	seizoensgemiddelde	bentnos	ter/lit	ja	nee nee
A141	Zilverplevier	=	22300	81%	27600	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja ja
A142	Kievit	=	10800	14%	75500	seizoensgemiddelde	benthos	ter/lit	ja	nee nee
A143	Kanoetstrandloper	>	44400	82%	54400	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja ja
A144	Drieteenstrandloper	=	3700	86%	4310	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja ja
A147	Krombekstrandloper	=	2000	588%	340	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	nee nee
A149	Bonte strandloper	=	206000	110%	187300	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja ja
A156	Grutto	=	1100	18%	6000	seizoensgemiddelde	benthos	ter/lit	ja	nee nee
A157	Rosse grutto	=	54400	138%	39500	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja ja
A160	Wulp	=	96200	95%	101100	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja ja
A161	Zwarte ruiter	=	1200	59%	2040	seizoensgemiddelde	vis & benthos	lit	?	nee nee
A162	Tureluur	=	16500	89%	18480	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja ja
A164	Groenpootruiter	=	1900	86%	2210	seizoensgemiddelde	vis & benthos	lit	?	nee nee
A169	Steenloper	>	2300-3000	66%-71%	3500-4200	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja ja
A197	Zwarte stern	=	23000	46%	49700	seizoensmaximum	vis	sub	nee	

4. Beslisschema naar matrix

De jaarlijkse rapportages van de Auditcommissie hebben ertoe geleid dat het beslisschema stapsgewijs is aangepast, maar de vorm voldeed niet aan de wens van de commissie (Auditcommissie 2024). Daarnaast werd eerder de wens uitgesproken om zowel de vogeltellingen als de informatie over draagkracht te benutten en te interpreteren in het licht van de gaswinning (Auditcommissie 2016). Het beslisschema dat tot en met 2023 gebruikt werd en enkele malen is aangepast, begon met de vraag of de trend uit tellingen een voldoende nauwkeurig beeld geeft van ontwikkeling in de aantallen van een vogelsoort in het bodemdalingsgebied, en of deze zich negatiever ontwikkelt dan elders. Alleen wanneer de ontwikkeling van een soort in het bodemdalingsgebied zich negatiever ontwikkelde, werd vervolgens gekeken of in de verschillende proxies voor draagkracht ook een trend waarneembaar is. Deze aanpak integreert beide aspecten (vogeltellingen en draagkrachtbenadering) daarom niet volledig, en daarom stellen we voor om vanaf dit jaar een beslissingsmatrix te gebruiken. Het grootste verschil is dat een beslissingsmatrix de vogelaantallen en proxies voor draagdracht tegelijkertijd en gelijkwaardig integreert in één conclusie. De Commissie is voorstander van de term ‘meetbare effecten van bodemdaling (of gaswinning)’, wat impliceert dat er een oorzaak-gevolg relatie bestaat, die we niet onderbouwd kunnen leggen zonder dieper in de effectketen te duiken. Daarom spreken we consequent van “meetbare veranderingen”, die mogelijk effecten (kunnen) zijn van gaswinning.

Daarnaast is een belangrijke toevoeging het gebruik van een ‘proxy’ uit de SEM modellering, de *F* (zie Hoofdstuk 7 en 8). Deze wordt op dezelfde manier geëvalueerd als de verschillende Wadmap proxies, door te toetsen of een significante lineaire trend over de tijd waarneembaar is.

Voor de analyse van de vogelaantallen wordt nu één trendperiode (07/08 – 23/24) beschouwd in de evaluatie, die nu de gehele periode sinds de start van de gaswinning beslaat (2007). De lange termijn trend (sinds 1994) in Pinkegat-Zoutkamperlaag en in andere gebieden wordt gebruikt om de resultaten te duiden, maar niet in de beoordelingsmatrix. Verder worden alle proxies gelijkwaardig beoordeeld, en wordt wanneer slechts één van de acht proxies een negatieve of positieve trend laat zien, dit als zodanig beoordeeld voor een soort.

Tabel 4.1. Weergave van beslissing matrix hoe monitoring resultaten vertaald kunnen worden naar uitspraken over meetbare van effecten, die mogelijk duiden op effecten van bodemdaling, waarbij 1 staat voor: Geen meetbare veranderingen. 2: Meetbare negatieve veranderingen. 3: Meetbare positieve veranderingen.

	Proxy/F1 afname	Proxy/F1 neutraal	Proxy/F1 toename
Vogelaantallen MLV negatiever dan elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV ontwikkelen gelijk als elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV positiever dan elders	1	1	3

5. Monitoring data

Voor de beschrijving van het onderzoeksgebied en de monitoringdata verwijzen we voornamelijk naar de vorige rapportages (e.g. Ens *et al.* 2021b, Duijns *et al.* 2024b). Waar nodig wordt hier kort aanvullende informatie bij gegeven.

5.1 Onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied betreft de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag. Figuur 5.1 is een LiDAR opname uit 2022 van het gehele Friesche Zeegat, waaronder de komberging van het Pinkegat en Zoutkamperlaag.

5.2 Hoogtekaart

Jaarlijks wordt in opdracht van de NAM de hoogte van de wadplaten in Pinkegat en Zoutkamperlaag bepaald met LiDAR (zie ook Figuur 5.1). De laagstgelegen delen van het wad worden daarbij niet altijd gekarteerd. Die gaten in de hoogtemeting worden opgevuld met de Waddenzee-brede hoogtemetingen (peillodingen) van Rijkswaterstaat.

5.3 Lodingen Rijkswaterstaat

In de loop van zes jaar worden alle delen van de Waddenzee gekarteerd door Rijkswaterstaat, voornamelijk met lodingen vanaf peilschepen. Voor de periode 2006-2012 wordt in de berekeningen de hoogtekaart cyclus5 (Elias & Wang 2013) gebruikt om de gaten in de LiDAR metingen op te vullen. Voor de periode 2013-2020 wordt daarvoor de hoogtekaart gebruikt uit de 'zoute ecotopenkaart Waddenzee 2017' (Paree *et al.*

2020), die is gebaseerd op lodingen in de jaren 2013 t/m 2019, en ook aangeduid kan worden als cyclus6.

5.4 LiDAR

In Tabel 5.1 zijn de beschikbare LiDAR kaarten weergegeven en de periode waarvoor ze gebruikt zijn in de berekeningen van de verschillende proxies. De LiDAR kaarten voor het najaar van 2014 en 2015 zijn mislukt en vervangen door respectievelijk uit 2013 en 2016. Op de voorjaarskaart van 2018 ontbreken stukken die op andere LiDAR kaarten wel aanwezig zijn. Deze kaart is daarom aangevuld met de najaarsmetingen uit hetzelfde jaar voor zover die boven -0.5m NAP liggen. Vanaf 2020 wordt alleen nog maar een meting in het najaar uitgevoerd, en logischerwijs worden de berekeningen sinds dat jaar ook met de LiDAR kaart uit het betreffende jaar gedaan (zie Bijlage I).

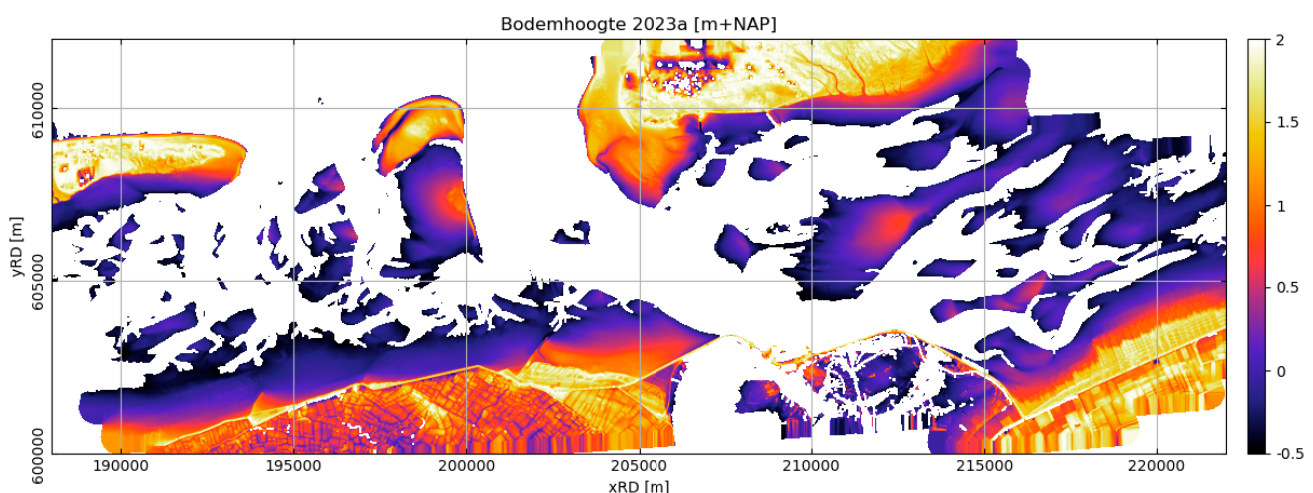
5.5 Waterstanden

De waterstandsmetingen zijn aangevuld met de metingen over de periode t/m december 2024. Voor interpolatie van waterstanden tussen stations is gebruik gemaakt van het programma InterTides (Rappoldt *et al.* 2014).

5.6 Bodemdieren

5.6.1 SIBES

Het NIOZ heeft de SIBES-monsters van het studiegebied (Pinkegat/Zoutkamperlaag) t/m het seizoen 2024 uitgewerkt. Daarnaast is data van het SIBES grid over de rest van de Waddenzee (Bijleveld *et al.* 2012,



Figuur 5.1. Ligging van het Friesche zeegat, waarin onderzoeksgebied Pinkegat en Zoutkamperlaag zich bevinden. (Overgenomen uit Gawehn 2024).

Bijleveld *et al.* 2025) beschikbaar over de jaren 2008-2015 en 2019-2022, welke in de vorige rapportage ook zijn gebruikt (Duijns *et al.* 2024b).

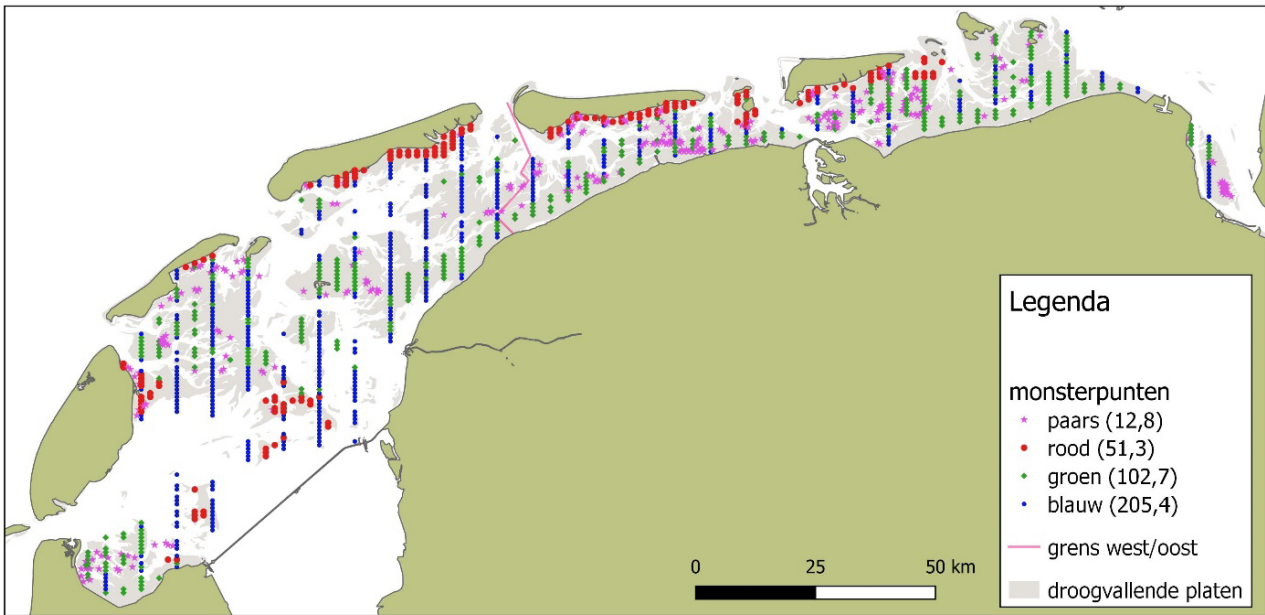
5.6.2 WOT litorale surveys waddenzee

De WOT litorale schelpdiersurveys (bestanden van Kokkels en Mossels en contouren van Mosselbanken, oesterbanken en gemengde banken; Figuur 5.2), die jaarlijks worden uitgevoerd door WMR waren beschikbaar van 2008 t/m 2024 (Troost *et al.* 2023). Daarbij moet aangetekend worden dat de contouren van de schelpdierbanken uit 2023 en 2024 nog niet definitief zijn, omdat het niet altijd lukt om alle contouren in een jaar in kaart te brengen en informatie uit latere jaren

nodig is om de contouren van de niet in kaart gebrachte schelpdierbanken te reconstrueren.

5.7 Vogeltellingen

Voor de analyse van de vogelaantallen konden de watervogeltellingen van de Waddenzee tot en met de winter van 2023/2024 worden gebruikt. Voor zowel de looptijd van de gaswinning in het MLV-gebied (vanaf 2007/2008) als de lange termijn (vanaf 1994/1995) is de trend geclassificeerd, zoals dat ook gebeurt in de meetnetten van het NEM (Figuur 5.3).



Figuur 5.2. Overzicht van de Mosselbanken, oesterbanken en gemengde banken, die jaarlijks worden verzameld in het kader van de WOT litorale schelpdiersurveys. Alle in 2022 bemonsterde stations zijn per stratum weergegeven in een andere kleur. De paarse punten liggen in Mossel- en Oesterbanken, de rode en groene in gebieden waar Kokkelbanken verwacht worden, en blauwe liggen in het resterende gebied. Overgenomen uit Troost *et al.* 2023).

Beoordeling	Symbool	gemiddelde jaarlijkse verandering			Criteria (BI = betrouwbaarheidsinterval)	Omschrijving
		0,95	1,00	1,05		
sterke toename (strong increase)	++				ondergrens BI >1,05	sign. >5% toename/jaar (verdubbeling in 15 jaar)
matige toename (moderate increase)	+				1,00 < ondergrens BI ≤ 1,05	sign. toename, maar niet zeker of deze > 5% / jaar is
stabiel (stable)	0				BI omvat 1,00 maar ondergrens BI ≥ 0,95 en bovengrens BI ≤ 1,05	geen significante aantalsverandering
matige afname (moderate decline)	-				0,95 ≤ bovengrens BI < 1,00	sign. afname, maar niet zeker of deze >5% / jaar is
sterke afname (steep decline)	--				bovengrens BI <0,95	sign. >5% afname/jaar (halvering in 15 jaar)
onzeker (uncertain)	?				BI omvat 1,00 en ondergrens BI <0,95 of bovengrens BI >1,05	BI te groot voor betrouwbare trendclassificatie

• = gemiddelde jaarlijkse verandering (bijv. 0,95 betekent dat de soort ieder jaar gemiddeld met 5% afneemt)
 — = betrouwbaarheidsinterval van de berekende gemiddelde jaarlijkse verandering

Figuur 5.3. Trendclassificatie voor NEM-meetnetten. De zwarte stippen zijn de berekende trendwaarden, de horizontale lijnen zijn de 95% betrouwbaarheidsintervallen (BI). Ook de beoordeling van de trend en het daarbij behorende symbool zijn weergegeven.

6. Wadmap: van benthos naar proxy

6.1 Algemeen

Voor een algemene beschrijving van het Wadmap rekenmodel wordt verwezen naar eerdere rapportages (e.g. Ens *et al.* 2015b, Ens *et al.* 2021b). Voor een uitvoerige documentatie van de technische details wordt verwezen naar Rappoldt *et al.* (2019). Hieronder worden in het kort de belangrijkste elementen herhaald van het Wadmap model.

6.2 Berekeningswijze Wadmap

Wadmap rekt een getal uit dat een maat is voor de hoeveelheid beschikbaar voedsel in het beschouwde gebied voor een bepaalde wadvogelsoort. Daarmee is deze habitatgeschiktheid een proxy voor draagkracht. De berekening wordt gedaan voor het bemonsteringsgrid van SIBES (Bijleveld *et al.* 2012, Bijleveld *et al.* 2025). Aan elk van de gridpunten wordt een oppervlak toegekend. Het is dan een gridcel. Voor de benthos soorten in het dieet van een vogelsoort kunnen we dan een totale biomassa en andere beschikbaarheidsmaten schatten.

Om aan een monsterpunt een bijbehorend oppervlak toe te kennen wordt een maximale afstand gehanteerd van 400 m – de straal van een cirkelvormig gebied rond het monsterpunt. Als er binnen 800 m een ander monsterpunt ligt, dan wordt er een lijn getrokken tussen de twee punten op even grote afstand van beide punten; zo ontstaan zogenaamde Voronoi polygonen. Aan monsterpunten die verder dan 400 m verwijderd zijn van alle andere punten zou op die manier een oppervlak van 50 ha toegewezen worden. In de berekeningen

wordt dat echter begrensd tot 30 ha, iets meer dan het oppervlak dat hoort bij een gridafstand van 500 m. De berekeningen worden gedaan op een resolutie van 20 m, dus voor kaartvakken van 20 x 20 m. Zo'n 'pixel' wordt toegerekend aan een SIBES punt P als: (1) Het op minder dan 400m afstand van P ligt, en (2) het dichterbij P ligt dan bij elk ander SIBES punt. Komt hierdoor het totaal aan P toegekende oppervlak boven de 30 ha, dan worden pixels verwijderd, te beginnen met degene die het verst van P verwijderd zijn; zie Figuur 6.1.

Voor de Scholekster en de Kanoet worden behalve de SIBES monsters ook de punten van de WMR schelpdiersurvey meegenomen. Dat gebeurt alleen voor zover die punten binnen de contouren van een Mossel- of gemengde bank liggen. Doordat de WMR schelpdiersurvey deze banken relatief intensief bemonstert, leidt dat tot een duidelijke toename van het totaal aantal monsterpunten binnen de contouren.

Voedsel dat bijna nooit droogvalt levert naar verwachting een kleinere bijdrage aan de habitatgeschiktheid. Om daarmee rekening te houden kunnen we de totale biomassa op een gridcel vermenigvuldigen met de droogvalduur (een fractie van de tijd).

Wanneer ook de functionele respons en de voedselbehoefte van de vogels bekend is, dan kunnen we alleen gridcellen meerekenen waar de opnamesnelheid groter is dan de gemiddeld te realiseren snelheid bij een gemiddelde foerageerduur van 12 uur per etmaal. Daarnaast kunnen we ook de kwaliteit van een dergelijke gridcel karakteriseren als de opnamesnelheid die de vogels er kunnen halen.



Figuur 6.1. Oppervlak toegekend aan SIBES punten berekend met een resolutie van 20m voor de bemonstering van Pinkegat Zoutkamperlaag. De toegekende oppervlakken zijn in willekeurige kleuren weergegeven. Pixels met een hoogte onder de -200 cm zijn wit om de geulen weer te geven. Niet toegekend oppervlak is zwart en grijze gebieden liggen buiten de regiokaart.

6.3 Voedseleecologie vogels

6.3.1 Functionele respons

Het verband tussen de opnamesnelheid van voedsel en de dichtheid van de prooidieren is de functionele respons, die een centrale positie heeft in Wadmap. Goede empirische metingen aan de functionele respons zijn slechts beschikbaar voor een beperkt aantal vogelsoorten en prooidieren. Daarom is gekozen om een empirisch bepaalde functionele respons te gebruiken die geacht wordt 'algemeen' geldig te zijn. Op basis van een groot aantal gepubliceerde veldmetingen van opnamesnelheden van op het wad foeragerende steltlopers van verschillende soorten en dichtheden van hun verschillende soorten prooien zijn voorspellende vergelijkingen afgeleid voor de relaties tussen deze grootheden (Goss-Custard *et al.* 2006). Daarbij is de volgende beschrijving van de functionele respons gebruikt:

$$IR = \frac{a * d}{b + d}$$

waarin *IR* de opnamesnelheid is (mg asvrij drooggewicht (AVDG) per sec), *d* de dichtheid aan prooidieren (n/m^2), *a* de asymptoot van de hyperbolische functie (d.w.z. het plafond aan de opnamesnelheid dat wordt bereikt bij grotere prooidichtheden), en *b* de prooidichtheid waarbij de *IR* de helft van de asymptotische waarde bereikt ('half-asymptootwaarde').

Hoewel op basis van andere parameters, beschrijven bovenstaande formules en Holling's *disc equation* dezelfde functie (Holling 1959). De parameters zijn dan ook gerelateerd. De zoeksnelheid *a* (ook wel 'instantane ontdekkingsoppervlak') uit Holling's model is gelijk aan de verhouding *a/b* uit de Goss-Custard formule-ring, en de hannestijd *h* is gelijk aan $1/a$.

Voor vogelsoorten en prooien waar daadwerkelijke metingen aan functionele respons beschikbaar waren, zoals Scholekster, Rosse Grutto en Kanoet, zijn deze responsparameters gebruikt. Voor de Kanoet is een geoptimaliseerd dieet model van Hirakawa (1995) gebruikt, dat door van Gils *et al.* (2005) voor de Kanoet is aangepast als een '*Digestive Rate Model*' (DRM). Dit model houdt rekening met het feit dat Kanoeten de prooien, meestal schelpdieren, in hun geheel inslikken en dus niet alleen te maken hebben met de energie-inhoud van het ingeslikte vlees, maar ook met de ballast van de schelp. Voor een uitgebreide beschrijving van de wijze waarop de parameters voor de functionele respons voor de verschillende vogelsoorten zijn geschat verwijzen wij naar Ens *et al.* (2015b).

6.3.2 Prooikeuze

Om te bepalen welke prooi-soorten potentieel voedsel zijn is voor elk van de geselecteerde vogelsoorten een literatuurstudie verricht (e.g. Ens *et al.* 2015b, Ens *et al.* 2016). Daarnaast is een vergelijk gemaakt met de prooikeuze en grootte indeling van Folmer *et al.* (2021). In 2023 is deze prooilijst opnieuw bekeken en aangepast waar nodig. Op basis hiervan is voor elke vogelsoort de prooilijst verdeeld in:

- Stapelvoedsel. Dit zijn prooi-soorten die met grote regelmaat het hoofdvoedsel van de populatie vormen.
- Aanvullende voedselbronnen. Dit zijn prooi-soorten die regelmatig gegeten worden, maar zelden het hoofdvoedsel vormen.
- Sporadische voedselbronnen. Dit zijn prooi-soorten die wel eens in het dieet worden vastgesteld, maar nooit het hoofdvoedsel vormen.

De resultaten zijn samengevat in Tabel 6.1. Proxies voor draagkracht kunnen berekend worden voor (a) alleen het stapelvoedsel (korte prooilijst), en (b) stapelvoedsel en aanvullende voedselbronnen (lange prooilijst).

6.3.3 Dieet

Van een aantal soorten is het dieet minder goed bekend, of wordt niet volledig bemonsterd. Zo worden de Garnaal en Mossel niet goed bemonsterd met de Sibes methode (Penning 2023). Voor de Mossel gebruiken we daarom de MosKok survey van Wageningen Marine Research, maar het jonge broed op de platen wordt daarin niet meegenomen. Daarnaast zijn er soorten zoals de Pijlstaart, die foerageren op het wad niet alleen op de daar aanwezige bodemfauna maar ook veel op zaden en bladdelen van kwelderplanten (Dessborn *et al.* 2011), en (veranderingen in) de beschikbaarheid daarvan is niet gemeten. In eerdere rapportages (e.g., Ens *et al.* 2017, Ens *et al.* 2018) werden de proxies berekend op basis van de lange prooilijst (Tabel 6.1), maar door over representatie van sommige prooien (bijvoorbeeld het Nonnetje voor de Wulp; Ens *et al.* 2017), is ervoor gekozen in vervolgrapportages de korte prooilijst te gebruiken en er is niet een makkelijk alternatief om deze incidentele soorten mee te nemen. Vanwege de onzekerheid over het specifieke aanbod van mobiele prooien (Taal *et al.* 2020), en beperkte kennis van het dieet van een aantal soorten stellen we voor om vanaf volgend jaar de Pijlstaart, Bergeend, Steenloper en eventueel Drieteenstrandloper van de soortenlijst te halen.

Tabel 6.1. Prooikeuze van de onderzochte wadvogelsoorten op basis van een review van gepubliceerde literatuur (Ens et al. 2015b, Ens et al. 2016, Folmer et al. 2021). XX = Stapelvoedsel, prooisoorten die met grote regelmaat het hoofdvoedsel van de populatie vormen; X = Aanvullende voedselbronnen, dit zijn prooisoorten die regelmatig gegeten worden, maar zelden het hoofdvoedsel vormen. + = Sporadische voedselbronnen, dit zijn prooisoorten die wel eens in het dieet worden vastgesteld, maar nooit het hoofdvoedsel vormen.

prooisoort	wetenschappelijke naam	Scholekster	Kluut	Zilverplevier	Kanoet	Drieteenstrandloper	Rosse Grutto	Wulp	Bontbekplevier	Bonte Strandloper	Tureluur	Steenloper
Witte dunschaal	<i>Abra alba</i>	X		+	X	X	+			XX	X	X
Tere dunschaal	<i>Abra tenuis</i>	X			X	X				XX	X	X
Ambergele Zeeduizendpoot	<i>Alitta succinea</i>	+	XX	XX		XX	XX	XX	XX	XX	XX	X
Groene Zeeduizendpoot	<i>Alitta virens</i>		XX	XX		XX	XX	XX	XX	XX	XX	X
Wadpier	<i>Arenicola marina</i>	X		+			XX	XX	+			
Slangpier	<i>Capitella capitata</i>		X	X			+		XX	X	+	
Strandkrab	<i>Carcinus maenas</i>	+	+	X	XX	XX	+	XX	X		XX	XX
Kokkel	<i>Cerastoderma edule</i>	XX	+	+	XX	X	+	+		+	+	X
Slijkgarnaal	<i>Corophium volutator</i>		XX	X	+	X	+		X	X	XX	XX
Garnaal	<i>Crangon crangon</i>		+	+	XX	XX	+	+		X	X	XX
Japanse oester	<i>Crassostrea gigas</i>	+										
Amerikaanse Zwaardschede	<i>Ensis directus</i>	XX					+					
Groengele wadpier	<i>Eteone longa</i>						+	+				
vlokreeftje	<i>Gammarus sp.</i>		+				+					XX
Veelkleurige Zeeduizendpoot	<i>Hediste diversicolor</i>	X	XX	XX	+	XX	XX	XX	XX	XX	XX	X
Draadworm	<i>Heteromastus filiformis</i>		X	X			+		XX	X	+	
Wadslakje	<i>Hydrobia ulvae</i>		+	X	XX		+		X	XX	XX	XX
Schelpkokerworm	<i>Lanice conchilega</i>	+		X			XX	X			X	
Alikruik	<i>Littorina littoralis</i>	+	+	+	+		+	+		+		X
Nonnetje	<i>Limecola balthica</i>	XX		+	XX	X	+	x		XX	X	X
Marenzelleria	<i>Marenzelleria viridis</i>		X	X					XX	X	+	
Strandgaper	<i>Mya arenaria</i>	XX	+		XX			XX				
Mossel	<i>Mytilus edulis</i>	XX		+	X	X	+	+		+	+	XX
Zandzager	<i>Nephtys hombergii</i>			X		X	XX		X	XX	XX	
Zandkokerworm	<i>Pygospio elegans</i>						+					
Wapenworm	<i>Scoloplos armiger</i>	+		XX		XX	XX		XX	X	X	
Platte Slijkgaper	<i>Scrobicularia plana</i>	XX	+		XX	X	+	X		X		
Tere platschelp	<i>Tellina tenuis</i>	X			X	X	+			XX		
kleine ongedetermineerde wormen			X	X	+				XX	X	+	

Tabel 6.2. Gebruikte gemiddelde gewichten, basaalmetabolisme (BMR), en geschatte energie uitgaven (Field Metabolic Rate FMR) in twee 'rekenmaanden', voor de dertien modelsoorten die in dit rapport beschreven worden. (Bron: Ens et al. 2016).

	gewicht (g)	BMR (kJ/d)	maand 1	FMR (kJ/d)	maand 2	FMR (kJ/d)
Bergeend	1050	453	sep	1087	jan	1359
Pijlstaart	758	357	nov	1000	jan	1071
Scholekster	500	263	jan	843	sep	685
Kluut	337	198	sep	514	nov	593
Zilverplevier	219	144	mei	404	jan	461
Bontbekplevier	55	53	mei	142	sep	137
Kanoet	120	93	sep	241	jan	316
Drieteenstrandloper	49	48	mei	129	sep	125
Bonte Strandloper	49	48	mei	130	sep	125
Rosse Grutto	321	191	aug	496	mei	534
Wulp	757	357	jan	1070	sep	856
Tureluur ¹	125/150	96/109	jul	237	jan	386
Steenloper	110	87	aug	215	jan	297

¹ Tureluurs aanwezig in juli zijn *T.t. totanus* (125 g), in januari *T.t. robusta* (150 g).

6.3.3 Voedselbehoefte en beschikbare foerageertijd

Om de voedselbehoefte van de verschillende soorten te kunnen inschatten, is het van belang een inschatting te maken van de energie uitgaven. Dit is gedaan op basis van twee grootheden:

- Het van lichaamsgewicht afhankelijke 'basaalmetabolisme' (Basal Metabolic Rate BMR) is gedefinieerd als het energieverbruik van een (warmbloedig) dier in rust in een thermoneutrale omgeving, waarin hij geen extra energie hoeft te spenderen aan het handhaven van zijn lichaamstemperatuur. De uitgaven van vrij levende vogels in het veld (veldmetabolisme of Field Metabolic Rate FMR) liggen gemiddeld gesproken bij de meeste soorten ongeveer tussen twee en drie maal BMR (Bryant & Tatner 1991); bij wadvogels rond de 2.5 x BMR (Kersten & Piersma 1987). Ze variëren echter in de loop van het seizoen, in de Waddenzee vooral onder invloed van variatie in de temperatuur, en daarnaast door seizoensspecifieke activiteiten zoals rui en de opvet periode.

De gehanteerde schattingen voor gewicht, BMR en FMR staan in Tabel 6.2. De totale beschikbare foerageertijd voor een wadvogel is in het rekenmodel op 12 uur per etmaal gesteld, uitgaande van de aanname dat al het voedsel in het intergetijdengebied wordt verzameld, dat dit habitat gemiddeld 12 uur per etmaal beschikbaar is, en dat de vogels er zowel bij daglicht als in het donker kunnen foerageren.

- **FRoogst**: de berekende opnamesnelheden, gesommeerd over de oppervlaktes waar de kritische opnamesnelheid gehaald wordt, d.w.z. waar het voedsel oogstbaar is.
- **FRoogstDr**: de berekende opnamesnelheden, gesommeerd over de oppervlaktes waar de kritische opnamesnelheid gehaald wordt, en vermenigvuldigd met de lokale droogvalduur.

In deze rapportage zijn de waarden van deze proxies voor alle vogelsoorten berekend voor Pinkegat en Zoutkamperlaag over de monitoringjaren 2008 t/m 2024. Daarbij zijn de volgende beslissingen genomen:

1. Berekeningen zijn uitgevoerd op basis van de korte prooilijs.
2. Diepteverspreiding van schelpdieren afhankelijk van grootte en seizoen is overeenkomstig de reeds eerder gerapporteerde verbanden (Ens *et al.* 2018).
3. Diepteverspreiding van wormen afhankelijk van grootte is overeenkomstig de eerder gerapporteerde verbanden (Ens *et al.* 2018).
4. Er is besloten om de slecht bekende seizoensvariatie in diepte voor wormen niet in rekening te brengen.
5. Voor de Wadpier is seizoensactiviteit in rekening gebracht op basis van de eerder beschreven analyse van die activiteit (Ens *et al.* 2018).
6. Net als eerder zijn voor Bontbekplevier, Drieteenstrandloper, Kluut, Pijlstaart, Steenloper en Tureluur delen van het wad aangemerkt als ongeschikt als foerageergebied en niet meegenomen in de berekening (Ens *et al.* 2017).

6.4 Berekende proxies

In Wadmap worden de volgende proxies voor draagkracht berekend:

- **Opp**: het areaal geschikt foerageerhabitat op basis van de berekende opnamesnelheid van voedsel en een energetisch bepaalde minimaal benodigde opnamesnelheid van de betrokken vogelsoort. Dit is de proxy voor draagkracht zoals toegepast door Kraan *et al.* (2009).
- **BMaanw**: de aanwezige biomassa aan prooidier-soorten die deel uitmaken van het dieet.
- **BMoogst**: de oogstbare prooibiomassa. Dit is de biomassa prooidieren in gebieden waar de drempelwaarde in opnamesnelheid gehaald wordt en komt overeen met de proxy voor draagkracht zoals toegepast door Zwarts *et al.* (1996).
- **BMoogstDr**: de beschikbare oogstbare prooibiomassa. Dit is de oogstbare prooibiomassa vermenigvuldigd met de lokale droogvalduur.
- **FRaanw**: de opnamesnelheden berekend voor het aanwezige voedsel, gesommeerd over de totale oppervlakte.

7. Structural Equation Modelling (SEM)

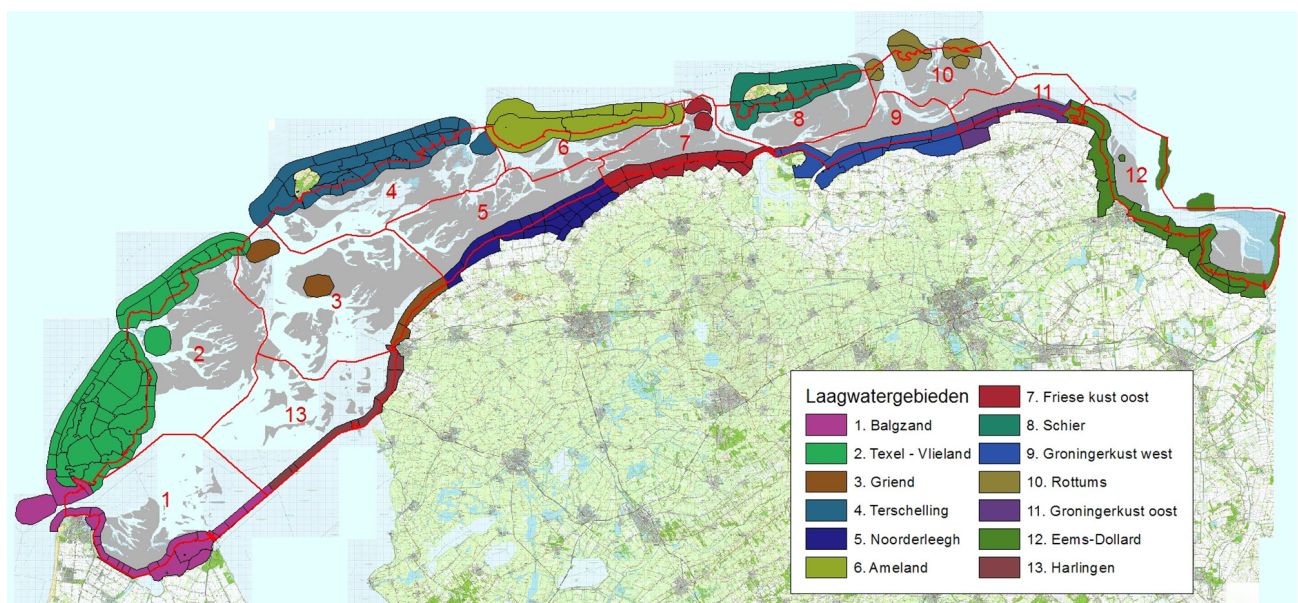
In de Structural Equation Modelling (SEM) analyse worden de aantallen vogels op de hoogwatervluchtplaatsen statistisch gerelateerd aan het beschikbare voedsel op de nabijgelegen wadplaten. De SEM analyse heeft overeenkomsten met de Wadmap-berekeningen, bijvoorbeeld dat een maat voor de beschikbare hoeveelheid voedsel wordt berekend die te vergelijkbaar is met de proxies uit Wadmap. Een belangrijk verschil is dat in de SEM gegevens over de vogelaantallen direct worden geïntegreerd in deze ‘proxy’, terwijl ze in Wadmap geheel onafhankelijk van de vogelaantallen worden bepaald. In dit hoofdstuk wordt eerst kort uitgelegd hoe een dataset met vogelaantallen en benthos dichtheden in de kolommen en in de rijen de observaties per deelgebied geconstrueerd is, en vervolgens wordt kort de SEM methodiek zelf kort besproken. Voor details verwijzen we naar de eerdere rapportages (Duijns *et al.* 2022, Duijns *et al.* 2023, 2024b)

Om per vogelsoort het voedsellandschap te genereren, is gebruik gemaakt van de kennis over prooikeuze van de vogelsoorten (Tabel 6.1) en de ruimtelijke verspreiding van benthos (aantallen en biomassa) op basis van de SIBES en WMR moskok datasets. Prooi-soorten die als stapelvoedsel en als aanvullende prooi zijn gedefinieerd, zijn in de SEM analyse gebruikt. De jaarlijkse droogvalduur is afkomstig van de module Intertides (Rappoldt *et al.* 2014). Daarnaast is de gebiedsindeling hetzelfde als vorig jaar (Duijns *et al.* 2024b), waarbij de laagwaterfoerageergebieden zijn gerelateerd aan de gebieden waar de vogels bij hoogwater worden geteld (Ens *et al.* 2017).

7.1 Constructie dataset - linken van aantallen met droogvalduur en benthos

Deze sectie beschrijft hoe de aantallen vogels geteld binnen de 12 deelgebieden zijn gekoppeld aan de benthos dichtheden in het intergetijdengebied waar deze vogels worden gedacht te foerageren. In deze analyse is deelgebied 12. Eems-Dollard niet meegenomen, conform eerdere rapportages (Duijns *et al.* 2022, Duijns *et al.* 2023). Per vogelsoort is de ‘kwaliteit’ van de deelgebieden, in termen van nabijgelegen voedsel, berekend aan de hand van de volgende stappen:

Een grid met celgrootte 750 x 750 m is over de hele Nederlandse Waddenzee gelegd om de abiotische variabele droogvalduur te koppelen aan prooidichtheid. De reden om de biotische en abiotische variabelen te aggregeren in een 750 m grid is om een homogene dataset te construeren uit verschillende bemonsteringsprogramma’s die variëren in de ruimtelijke resolutie. Per vogelsoort is een subset van de SIBES dataset genomen op basis van prooikeuze en de lengte van de prooien. Voor Scholekster, Kanoet en Steenloper worden ook de WMR Mosselbank data (MosKok) gebruikt in de analyse. Omdat de variatie tussen MosKok Mosselpunten groot is, is een groot aantal monsters nodig om een betrouwbare schatting van de numerieke dichtheid en de biomassadichtheid binnen een Mosselbank te verkrijgen. In plaats van het oppervlak Mosselbank per gridcel te linken aan een zeer beperkt aantal monsterpunten binnen die cel, hebben we de gemiddelde dichtheid van alle punten toegerekend aan



Figuur 7.1. Overzicht van de relatie tussen HVP telgebieden en 12 laagwaterfoerageergebieden in de Nederlandse Waddenzee (Ens *et al.* 2017)

alle Mosselbank-punten, maar onderscheid gemaakt tussen de oostelijke en westelijke Waddenzee. Op basis van de relatie tussen het asvrij drooggewicht (AVDG) en lengte van Mosselen (zie paragraaf 2.2.4 in Folmer *et al.* 2021), is de numerieke dichtheid en biomassa-dichtheid per gridcel berekend. Het totale AVDG per benthossoort en gridcel is berekend door individuele dichtheden te vermenigvuldigen met het oppervlak van een gridcel en vervolgens te sommeren.

Op basis van kennis van het gebruik van foerageergebieden van wadvogels in de Waddenzee en de aanname dat wadvogels vlieggkosten tussen hoogwatervluchtplaatsen (HVP's) en foerageergebieden minimaliseren, zijn potentiële foerageergebieden gekoppeld aan de getelde HVP's binnen dit gebied (zie Ens *et al.* 2017, Folmer *et al.* 2021 voor een discussie over deze aanname). Het is aan te bevelen deze aannames in de toekomst te evalueren, door bijvoorbeeld het gebiedsgebruik van gezenderde vogels te analyseren op consistentie en seizoen patronen (Bakker *et al.* 2021).

7.2 Beschrijving SEM methodiek

Structural equation modelling (SEM) is een statistische methode waarbij factoranalyse gecombineerd kan worden met regressieanalyse (Bollen 2014). Bij factoranalyse wordt een (*latente*) variabele opgebouwd uit een set variabelen (*indicatoren*) met gedeelde variantie-covariantie. Deze factor beschrijft de gedeelde variantie van de set variabelen. De *loadings* beschrijven de relatie tussen de factor en de indicatoren; hoe groter de *loading*, hoe sterker deze relatie. Met SEM is het mogelijk om de relatie tussen latente (niet gemeten) variabelen en andere, gemeten variabelen te analyseren. Een belangrijk voordeel ten opzichte van multiële regressie is dat de effecten van individuele predictoren (biomassa van de benthossoorten) te beoordelen zijn via de factor loadings en dat eliminatie van predictoren niet nodig is; 'onbelangrijke' predictoren krijgen een lage loading en daardoor weinig invloed op de uiteindelijke predictie

In onderstaande analyses is het foerageerpotentieel een latente variabele (F samengesteld uit de indicatoren P_s) en wordt het effect van F op het aantal vogels per deelgebied (N) geschat. De relatie tussen de latente variabele F en de P_s kan in matrixnotatie als volgt worden geschreven:

$$\begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ \lambda_{P_2} \\ \lambda_{P_3} \end{bmatrix} [FP] = \alpha_P + \Lambda_P F$$

en de relatie tussen N en FP is:

$$N = \alpha_N + \Lambda_N FP + \epsilon$$

P_s is de totale gewogen prooibiomassa voor iedere benthossoort, α_P is de intercept vector, Λ_P is de vector met factor loadings en F is de latente variabele foerageerpotentieel. De coëfficiënt van λ_{P_1} is gelijkgesteld aan 1 en λ_{P_2} en λ_{P_3} worden geschat in relatie tot λ_{P_1} . Λ_N is de regressiecoëfficiënt die het effect van F op N geeft. Om een beeld te krijgen van de ontwikkeling van de voedselsituatie per deelgebied worden de trends in F in detail beschouwd door tijdserieplots te beoordelen. Hierbij worden deelgebied Ameland en Friese kust Oost (deelgebied nummer 6 en 7 in Figuur 7.1) onderscheiden van de andere 10 deelgebieden.

7.3 Voedselaanbod door het jaar heen

Het totale aanbod aan 'vogelvoedsel' in de wadbodem varieert in de loop van het jaar, door reproductie en sterfte van de bodemdieren maar ook door groei en seizoensvariatie in de conditie van individuen (Beukema 1974). Verder zijn lang niet alle bodemdieren ook bereikbaar voor wadvogels. Afhankelijk van hun snavel-lengte en manier van foerageren zit een variabel deel van de prooien te diep ingegraven om vangbaar te zijn. Bij veel soorten bodemdieren varieert de ingraafdiepte, of de frequentie waarmee ze uit een permanente gang naar het wadoppervlak komen, in de loop van het seizoen.

Naast een verticaal patroon volgt de biomassa van het benthos ook een seizoenspatroon. Dit is beschreven in Beukema (1974) en de getallen in Figuur 7.2 zijn daarop gebaseerd. De SIBES bemonstering vindt voornamelijk plaats in de maanden juli en augustus wanneer de biomassa maximaal is. De in andere maanden beschikbare biomassa wordt berekend door de dichtheden in juli te vermenigvuldigen met de fractie ten opzichte van juli (in juli op 1 gesteld).

7.3.1 Beschikbaarheid en bereikbaarheid

Naast de variatie in biomassa is de bereikbaarheid van de prooien van belang. Dit is een functie van de snavel-lengte van de vogels en de ingraafdiepte van de prooien. De ingraafdiepte van bodemdieren hangt af van de soort, de grootte van het individu en de maand. Grote individuen zitten in de regel dieper dan kleine individuen en gedurende de wintermaanden zitten bodemdieren dieper dan in de zomer (Duijns *et al.* 2015). De grootte- en seizoensspecifieke ingraafdieptes kunnen worden beschreven met een gamma-verdeling. Op dezelfde manier als in Wadmap is de fractie bereikbaar (d.w.z. de fractie die minder diep zit dan de gemiddelde

snavellengte van de vogelsoort) doorgerekend naar de bereikbare biomassa.

Van de Wadpier (*Arenicola marina*) zit een groot deel van de individuen meestal op een voor de vogels onbereikbare diepte en is slechts een beperkt deel van de tijd actief aan de oppervlakte, waardoor de beschikbaarheid voor wadvogels beduidend lager is dan de aanwezigheid. Figuur 7.3 illustreert de maandelijkse beschikbaarheid zoals afgeleid in eerdere rapportages (Ens *et al.* 2015b), en reeds geïmplementeerd in Wadmap.

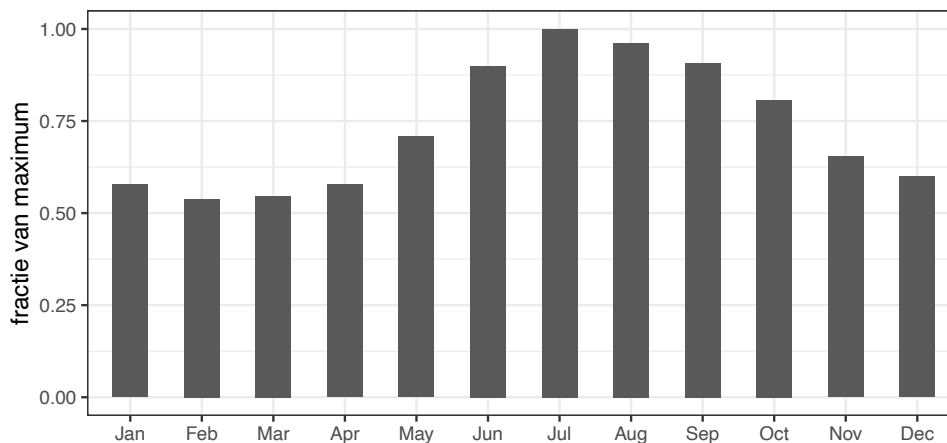
7.3.2 Voorbereiding data per soort

Hieronder wordt stapsgewijs kort beschreven welke selecties en keuzes zijn gemaakt voor de SEM berekeningen per vogelsoort.

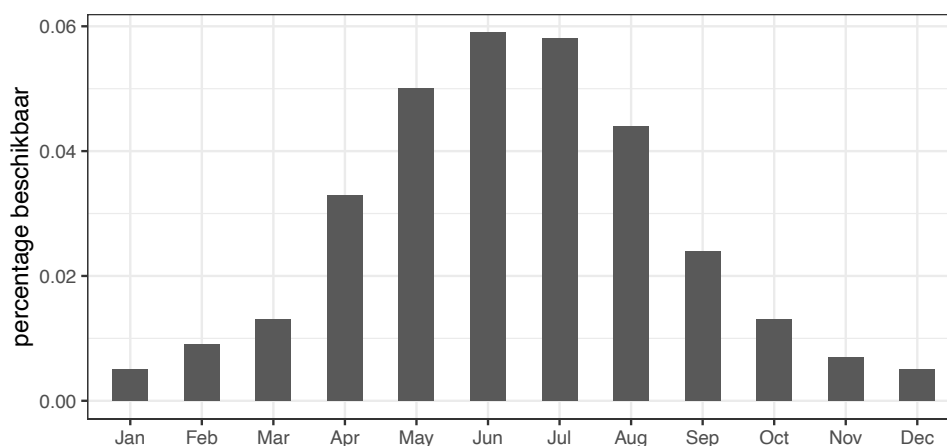
1. Selectie van prooien op basis van dieet en lengte. Per vogelsoort zijn dezelfde prooi-soorten als in Wadmap geselecteerd. Voor Kluut en Zilverplevier zijn er slechts twee prooi-soorten met score 1. Omdat dit ertoe leidt dat de SEM niet geschat kan worden zijn in het geval van de Kluut ook de Draadworm en *Marenzelleria* en voor Zilverplevier ook de Slijkgarnaal en de Draadworm meegenomen. In het geval van ontbrekende asvrij-drooggewichten (AVDG) worden deze geschat op basis van de

lengte/grootte van de bodemdieren (imputing d.m.v. interpolatie). Ook is gebruik gemaakt van zogenaamde 'equivalentprooien'. Dat betekent dat prooi-soorten die vanuit het perspectief van de predator gelijkwaardig zijn, geaggregeerd worden in de dataset. Bijvoorbeeld *Cerastoderma glaucum* wordt samengevoegd met *Cerastoderma edule* (en wordt ook zodanig genoemd). Dit is gedaan om de dataset te vereenvoudigen en om de vergelijkbaarheid van de resultaten met Wadmap te vergroten.

2. Berekening van fractie beschikbaar op basis van ingraafdiepte en snavellengte (voor zomer en winter). Deze berekening wordt gedaan op het niveau van de individuele benthosmonsters. Voor methodische details zie Ens *et al.* (2018).
3. Voor ieder monster en benthossoort worden de biomassa en dichtheid gesommeerd. Ieder monster wordt ruimtelijk gekoppeld aan het grid en op het niveau van de gridcellen wordt per soort het gemiddelde van de dichtheid en biomassa berekend. Voor de schelpdieren uit de WMR dataset wordt de biomassa per gridcel berekend.
4. Op het niveau van gridcel worden SIBES en WMR Mosseldata gecombineerd.
5. Selectie van gridcellen die binnen de foerageergebieden vallen. De foerageergebieden zijn



Figuur 7.2. Veranderingen in de aanwezige biomassa van benthossoorten gedurende het jaar op basis van Beukema 1974.



Figuur 7.3. Beschikbaarheid van Wadpieren gedurende het jaar.

soortspecifieke deelgebieden van het wad die geschikt geacht worden voor verschillende soorten vogels. Alleen voor Tureluur en Kluut is deze beperkende selectie relevant; voor alle andere hier geanalyseerde soorten is aangenomen dat het gehele wad gebruikt wordt.

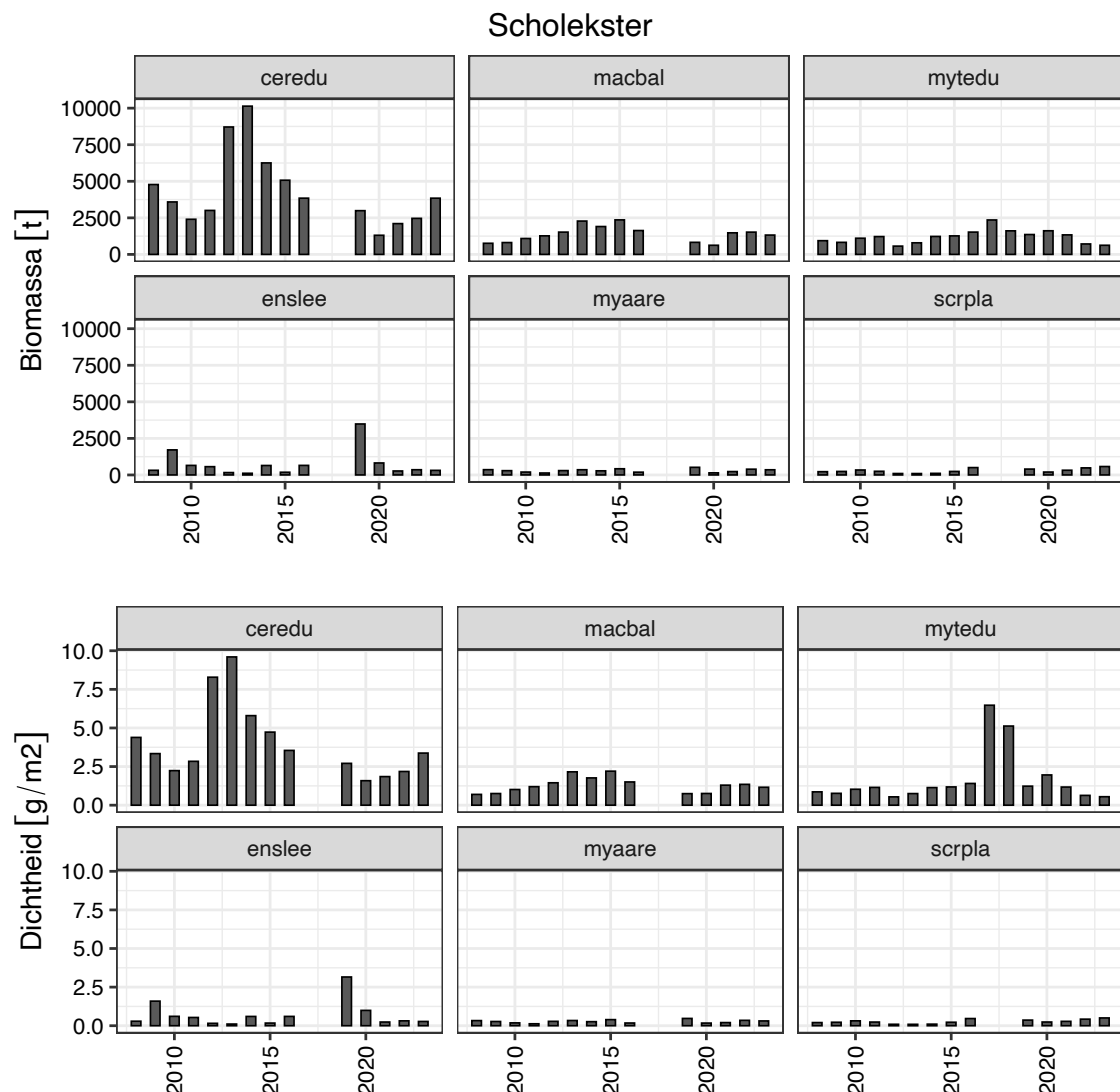
6. Weging op basis van de droogvalduur uit Intertides (Rappoldt *et al.* 2014), en de afstand tussen gridcellen en dichtstbijzijnde HVP op basis van een negatief exponentiele relatie ($l=0.1$; Folmer *et al.* 2021).
7. De biomassa (na bovenbeschreven selectie en weging) wordt gesommeerd op het niveau van de 12 deelgebieden.
8. Weging voor de activiteit van de Wadpier.
9. Koppeling van het aantal vogels per deelgebied aan het beschikbare benthos.
10. Log-transformatie van de benthos dichtheden en aantallen vogels.
11. Analyse SEM.
12. Relaties aantallen en geschatte aantallen vogels per maand evalueren.
13. Relatie latente variabele F met de SEM schatting evalueren.
14. Relatie latente variabele Fp en som van biomassa evalueren.
15. Evaluatie van trend in de SEM proxy door middel van regressie.

8. Resultaten SEM analyse

In navolging van de vorige rapportages (Duijns *et al.* 2022, Duijns *et al.* 2023, 2024b), wordt in dit hoofdstuk een vervolg gegeven aan deze analyse techniek. Zo worden dezelfde soorten behandeld als in de Wadmap berekeningen om een beeld gegeven van de verspreiding van het voedsel en de aantallen vogels in de verschillende deelgebieden (zie ook Hoofdstuk 7). Deze data zijn met een Structural Equation Model (SEM) geanalyseerd. Voor elke soort zijn dezelfde stappen doorlopen, en om de leesbaarheid te bevorderen is ervoor gekozen om de resultaten voor één soort (Scholekster) wat uitgebreider te bespreken, waarna een korte samenvatting volgt voor de resultaten voor de andere soorten.

8.1 Scholekster voedselaanbod

Als eerste wordt er naar de beschikbare biomassa in alle deelgebieden gekeken (Figuur 8.1), waar de totale biomassa (ton) in de nazomer op de wadplaten voor de Scholekster te zien is. Tevens is in dezelfde figuur de biomassa dichtheid opgenomen (g/m^2). In de analyses wordt de beschikbare biomassa gewogen voor droogvalduur en voor vliegafstand (niet in Figuur). In termen van biomassa is de Kokkel de belangrijkste prooi-soort voor de Scholekster. De gemiddelde biomassadichtheid van Mesheften (*enslee*), Strandgaper (*myaare*) en de Platte Slijkgaper (*scrpla*) zijn beduidend lager. Opvallend is de grote variatie in de biomassadichtheid



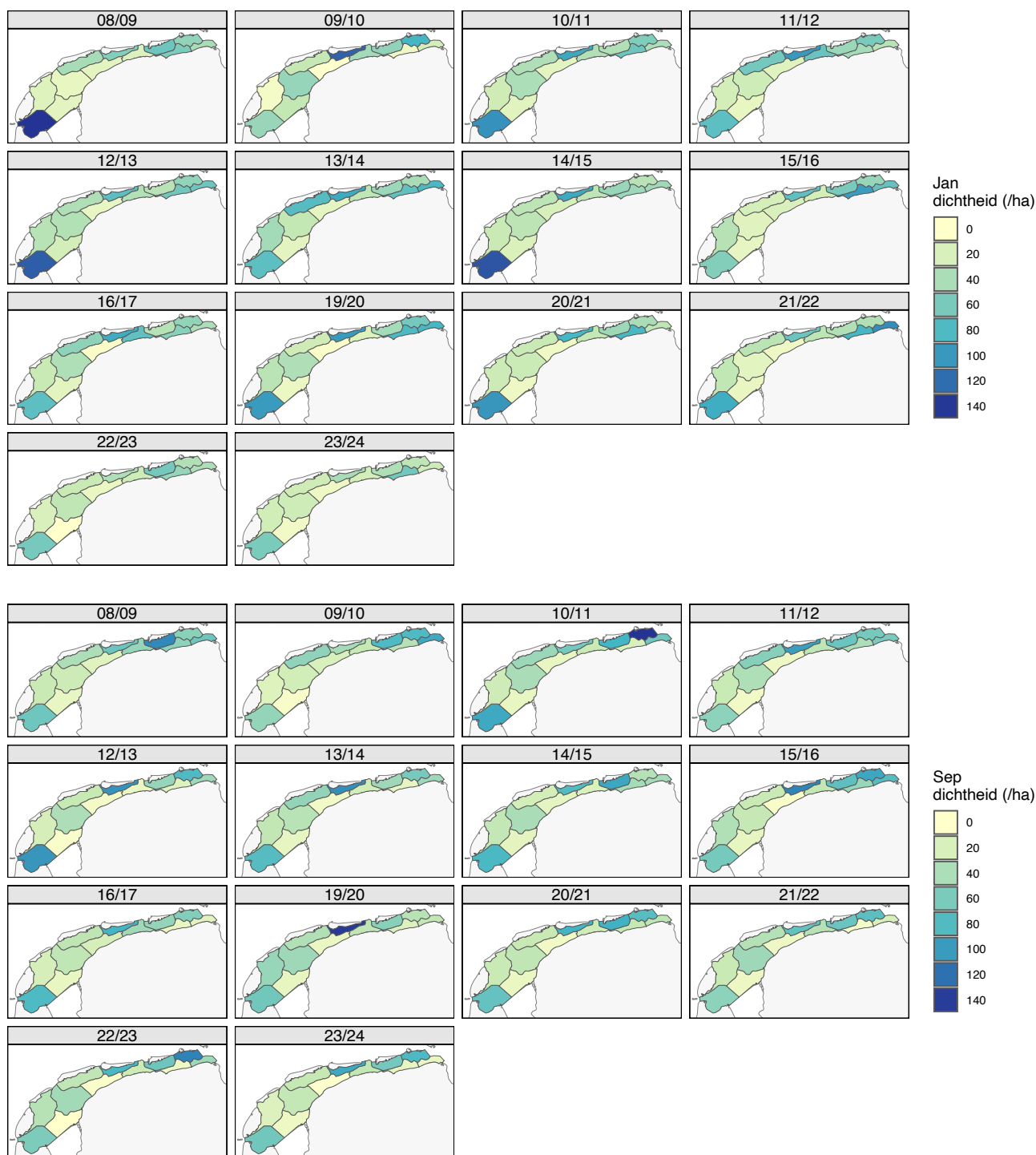
Figuur 8.1. In de periode 2008/2009 - 2015/2016 en 2019/2020 - 2023/2024 is de gemiddelde biomassa (tonnen droog gewicht) en dichtheid (g/m^2) op de wadplaten voor de Scholekster zien. In termen van biomassadichtheid is de Kokkel de belangrijkste prooi-soort, gevolgd door het Nonnetje en de Mossel en Mesheften. De gemiddelde biomassadichtheid van de Strandgaper (*myaare*) en de Platte Slijkgaper (*scrpla*) zijn beduidend lager. Opvallend is de grote variatie in Kokkels en Mosselen tussen de jaren.

van Kokkels tussen de jaren en een gestage afname sinds 2013/2014. Deze figuur heeft overeenkomsten met de figuur uit Wadmap (Figuur 9.10), al worden hier de data van gehele Wadden gepresenteerd, terwijl Wadmap alleen data uit het MLV gebied gebruikt. Een ander belangrijk verschil met Wadmap is dat in dit geval een weging heeft plaatsgevonden voor de vliegafstanden tussen wadplaat en HVP. Overigens is voor de jaren 2017-2018 de SIBES-bemonstering

alleen uitgewerkt voor het MLV gebied en nog niet op Waddenzee-brede schaal.

Vervolgens is gekeken naar de dichtheden van Scholeksters per jaar en per deelgebied, in de twee maanden waarvoor de berekening is gedaan; januari en september (Figuur 8.2). Opvallend in de winterperiode is de hoge concentratie Scholeksters in het Balgzand tot 2015, waarna de dichtheden Scholeksters daar

Scholekster – dichtheid per deelgebied



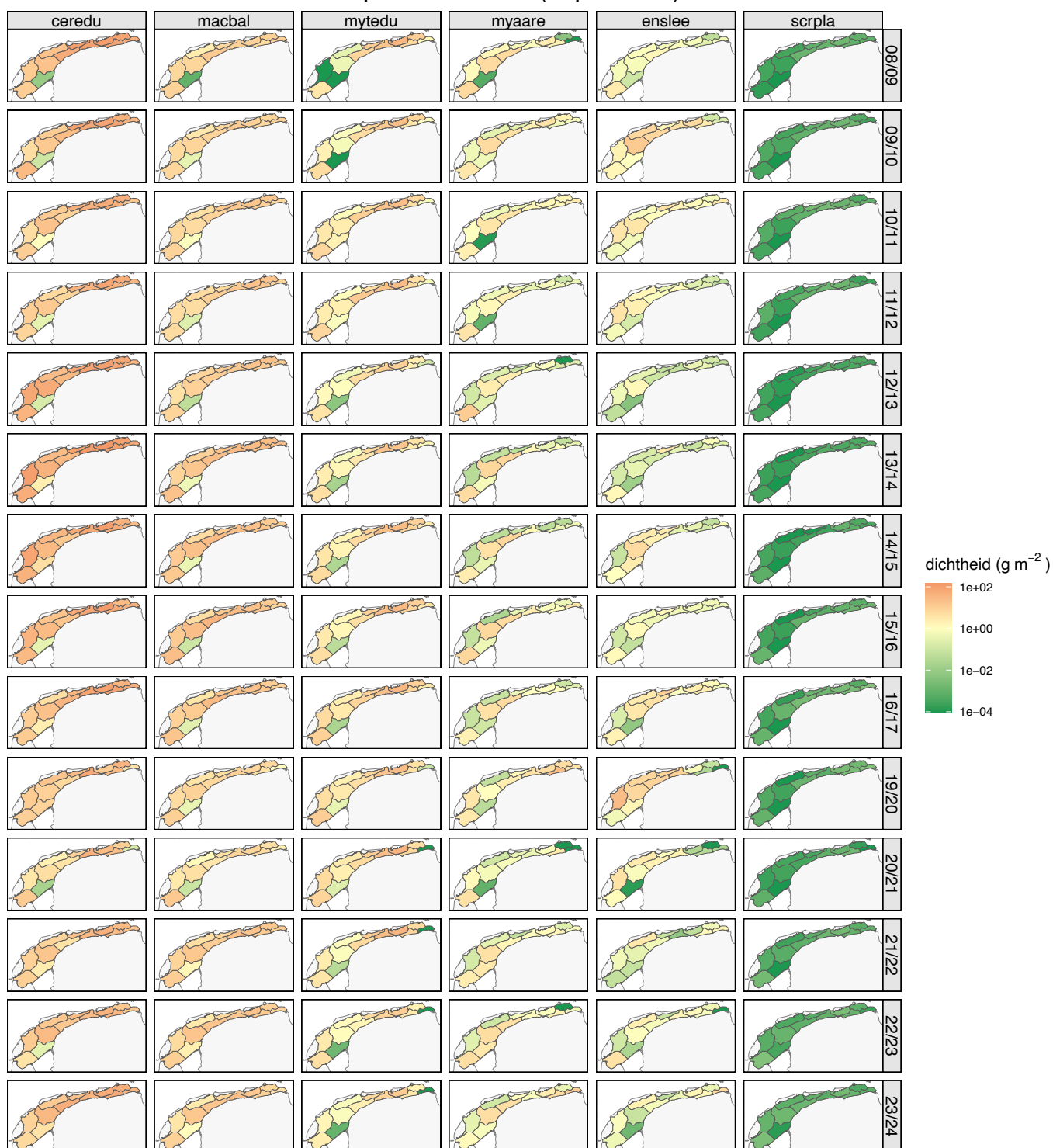
Figuur 8.2. Scholekster dichtheden (n/ha) per deelgebied en per jaar voor de rekenmaanden januari en september.

beduidend lager waren. In het najaar is het oostelijke deel van de Waddenzee het meest in trek, al variëren de deelgebieden wel van jaar op jaar.

Figuur 8.3 toont vervolgens de relatie tussen de aantallen Scholeksters op de HVP en de voedselbeschikbaarheid. De dichtheden van voedsel zijn in de oostelijke Waddenzee hoger dan in de westelijke Waddenzee. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de hoge

dichtheden Kokkels in de oostelijke Waddenzee. Hoge dichtheden van de Strandgaper worden langs de vastelandskust van het Friese wad op Ballastplaat aangetroffen. De aantallen vogels corresponderen op het eerste gezicht redelijk met de voedseldichtheid. Wat opvalt is dat de aantallen Scholeksters van de vastelandskust relatief laag zijn ten opzichte van de eilanden.

Scholekster: prooidichtheid (september)



Figuur 8.3 Gemiddelde prooidichtheden (latente variabele 'foorageerpotentieel' F uit de SEM) voor Scholeksters op de wadplaten. De dichtheden voedsel in de oostelijke Waddenzee zijn hoger dan in de westelijke Waddenzee.

8.2 Scholekster SEM resultaten

Er is een SEM geschat door de gehele dataset waarbij ieder punt als een onafhankelijke observatie wordt beschouwd. Omdat het benthos één maal per jaar wordt bemonsterd, en de (gewogen) beschikbaarheid van benthos in verschillende maanden op basis van vaste relaties wordt geschat, is er een sterke mate van afhankelijkheid tussen de maanden binnen een seizoen. Voor de aantallen vogels is dit minder het geval maar hierbij kan plaatstrouw ertoe leiden dat tellingen in verschillende maanden niet als onafhankelijk kunnen worden gezien. Deze afhankelijkheden worden hier genegeerd omdat het doel van de SEM analyse niet zozeer is om hypothesen te toetsen (waarvoor onafhankelijke observaties nodig zijn), maar om de ontwikkeling over jaren van de latente variabele foerageerpotentieel te kwantificeren, en om een eventuele mismatch tussen het getelde aantal vogels en het op basis van voedsel-aanbod voorspelde aantal vogels te analyseren. Om een idee te geven over de fit van het model en hoe goed de schattingen zijn is in Tabel 8.1 een gedetailleerd overzicht opgenomen van de SEM resultaten (o.a. *RMSEA*, chi square, R^2) per vogelsoort en maand.

Het model voor de Scholekster als geheel fit de data niet heel erg goed (*RMSEA* = 0.141), maar ook niet heel slecht (aannee is dat de score idealiter kleiner moet zijn dan 0.1). Dit duidt op een mismatch tussen het aantal vogels en het beschikbare voedsel op de wadplaten. Desalniettemin zijn de resultaten logisch en consistent. De factoranalyse laat zien dat de biomassa van de verschillende soorten bodemdieren grotendeels goed met elkaar corresponderen. Een uitzondering zijn Mesheften die juist op laag gelegen wad in de westelijke Waddenzee onder Vlieland in hoge dichtheden voorkomen terwijl de dichtheden van andere prooi-soorten hier laag zijn (Figuur 8.3). De

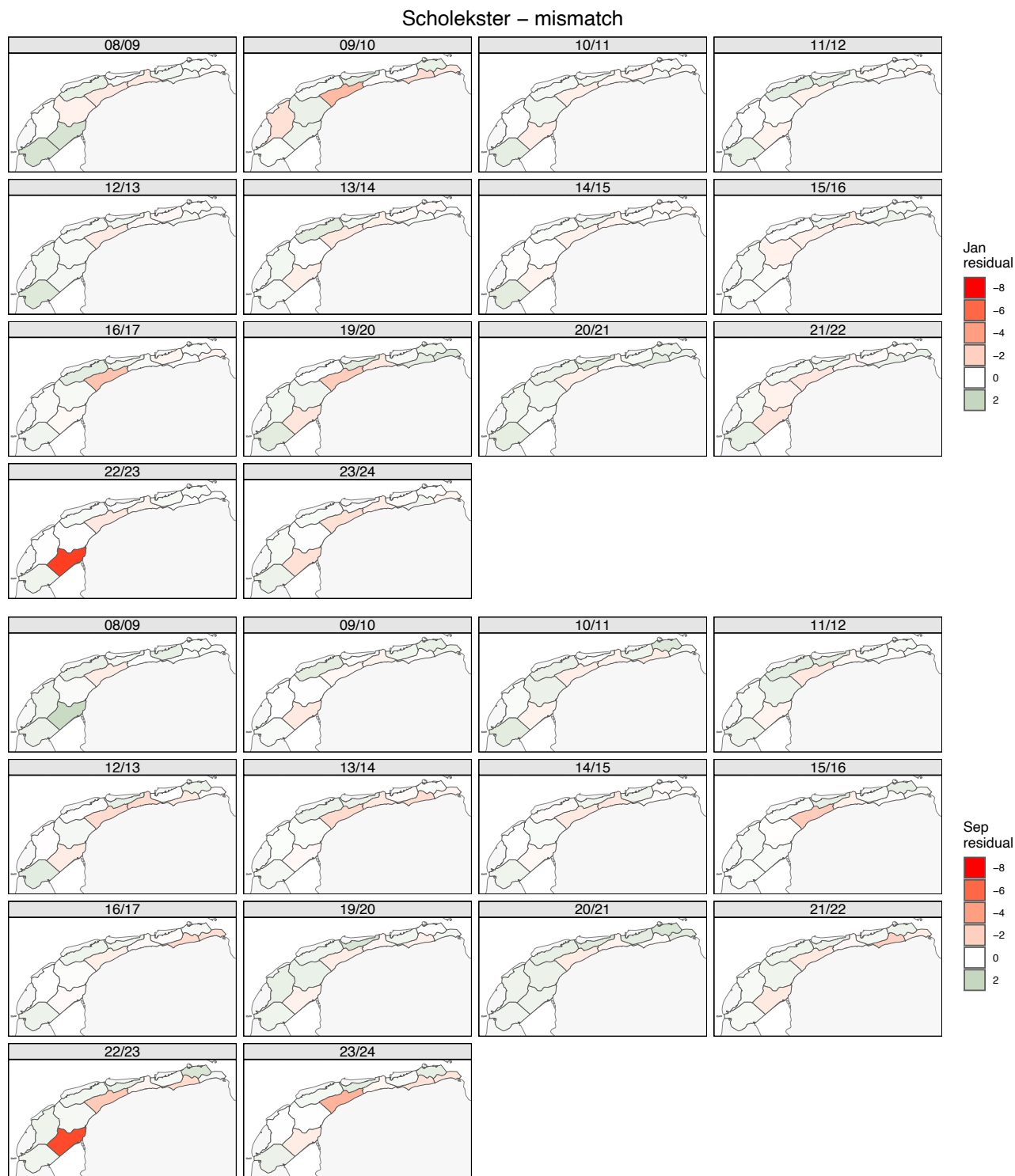
resultaten zijn consistent tussen de jaren. De R^2 voor de regressie van F op N (foerageerpotentieel op het aantal vogels) varieert tussen de 14% (2019) en 50% (2008). Dat wordt - gezien de aanzienlijke kennis over de voedsel-ecologie van de Scholekster - waarschijnlijk veroorzaakt doordat ook andere factoren dan voedsel bepalend zijn voor de HVP-keuze van scholeksters (zie ook Hoofdstuk 10). De proxies uit Wadmap worden als gevalideerd beschouwd als >25% van de variantie verklaard werd (Ens *et al.* 2017b), en deze SEM uitkomst voor Scholeksters zit in dezelfde orde van grootte. Op basis van de positieve en sterke relatie tussen F en het aantal scholeksters kan worden geconcludeerd dat F een goede proxy is voor de voedselsituatie voor de Scholekster.

Op basis van het geschatte model kunnen de residuen onderzocht worden, de verschillen tussen de door de SEM voorspelde en de daadwerkelijk getelde aantallen vogels per foerageergebied. Figuur 8.4 laat zien dat nabij het Balgzand, op de Waddeneilanden en rondom Griend meer Scholeksters zitten dan verwacht zou worden op basis van het voedsel (in combinatie met de aanname van een ideaal vrije verdeling) en dat met name op de kwelders van het Friese en Groningse vasteland er minder Scholeksters zitten dan verwacht. Dit patroon is robuust door de jaren heen en tussen maanden.

De volgende stap is te kijken naar de ontwikkeling tussen 2008-2024 van de latente variabele foerageerpotentieel (F uit de SEM analyse) in alle deelgebieden. De gaswinning vindt plaats onder Ameland en de gebieden waarvan een mogelijk negatief effect te verwachten is Ameland en Friese kust Oost (gebied 6 en 7 uit Figuur 7.1). Voor de Scholekster is er negatieve trend gevonden voor het deelgebied Ameland (Bijlage III).

Soort	<i>RMSEA</i>	<i>chisq</i>	R^2
Pijlstaart	0.00	3,776	0,07 (1) 0,12 (11)
Drieteenstrandloper	0.193	72,307	0,59 (5) 0,69 (9)
Steenloper	0.12	91,559	0,33 (1) 0,31 (9)
Wulp	0.149	47,201	0,39 (1) 0,58 (9)
Scholekster	0.141	1210,519	0,36 (1) 0,40 (9)
Kluut	0.11	28,469	0,10 (9) 0,13 (11)
Tureluur	0.141	78,127	0,1 (1) 0,21 (9)
Zilverplevier	0,111	30,582	0,36 (1) 0,54 (5)
Kanoet	0.184	362,620	0,20 (1) 0,21 (9)
Bergeend	0.168	11,470	0,42 (9)
Bontbekplevier	0.149	423,835	0,33 (5) 0,65 (9)
Bonte Strandloper	0.260	123,832	0,67 (5) 0,69 (9)
Rosse Grutto	0.246	200,657	0,61 (5) 0,59 (9)

Tabel 8.1. Overzicht van de belangrijkste resultaten uit de SEM analyse. Over het algemeen is het aandeel verklaarde variantie (R^2) hoog tot zeer hoog en de getallen tussen haakjes representeren de maand waarover de berekening is gedaan.



Figuur 8.4. De residuen (mismatch) van het aantal Scholeksters ten opzichte van het voedsel voor de maanden januari (bovenste panelen) en september (onderste panelen).

8.3 SEM-resultaten overige soorten

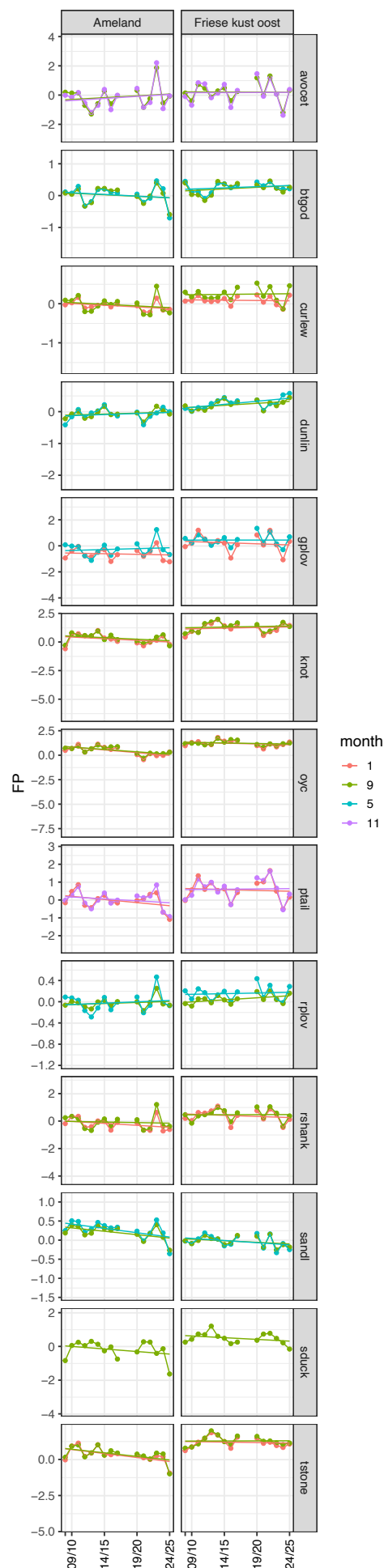
Over het algemeen zijn de schattingen en de verklaarde variantie tussen de aantallen vogels en voedsel best goed te noemen. Met name voor soorten waarvan het dieet minder goed bekend is of niet volledig wordt bemonsterd in SIBES (Tureluur, Pijlstaart en Kluut) is de fit matig, maar dat is te verwachten. Opvallend is de lage verklaarde variatie bij Kanoet, maar dit kan deels liggen aan het feit dat ze zich erg geconcentreerd en over grote afstanden verplaatsen op het wad, en dat dichtheden van belangrijke prooien, de Garnaal en Mossel, niet goed bemonsterd worden met de Sibes methode (Penning 2023). De Rosse Grutto, Drieteenstrandloper en Bonte Strandloper laten daarentegen een hoge verklaarde variantie zien; dit zijn soorten die ook Garnalen eten, hoewel een groot deel van hun dieet bestaat uit wormen.

Figuur 8.5 toont de ontwikkeling over 2008-2024 van de latente variabele foerageerpotentieel (F) uit de SEM analyse in alle deelgebieden, geordend van west naar oost. De gaswinning vindt plaats onder Ameland en de gebieden waarvan een mogelijk negatief effect te verwachten is Ameland en Friese kust Oost (gebied 6 en 7 uit Figuur 7.1). Op de y-as is de SEM proxy (F) uitgezet tegen de jaren op de x-as. Trends zijn berekend voor alle vogelsoorten en maanden (figuur 8.5 en bijlage IV).

8.4 Uitkomsten beslissing matrix SEM

Net als in vorig monitoringsjaar is er negatieve trend gevonden voor de Scholekster in deelgebied Ameland (Duijns *et al.* 2024b). Daarnaast is er een negatieve trend gevonden voor de Steenloper en voor de Drieteenstrandloper. Voor de Bontbekplevier is een positieve trend gevonden voor de maand mei (Bijlage III voor alle SEM proxy trends). Voor de overige soorten en maanden is geen toe- of afname waarneembaar in de deelgebieden Ameland en Friese kust oost. Een negatieve trend voor de Scholekster proxies is ook in de Wadmap analyse gevonden (zie 9.5.3), net als voor de Steenloper (9.5.13 en verder). De toename in voedselbeschikbaarheid die naar voren komt uit de bemonstering in 2024 (zie 9.4 en verder), heeft deze negatieve trend niet teniet gedaan.

Figuur 8.5. De relatie per soort en maand voor voedselbeschikbaarheid in termen van de latente variabele F (de SEM proxy) en jaar (voor 10 $\lambda = 0.1$) voor de deelgebieden Ameland en Friese kust Oost (zie Figuur 7.1 en bijlage IV voor alle deelgebieden). In de figuur zijn ook de trendlijnen opgenomen.



8.5 Verschil in aanwezige en geschatte vogels

Het uitgangspunt van de SEM, is dat vogels zich ideaal en vrij verdelen. Dat betekent dat de vogels zullen foerageren in de gebieden waar de hoogste voedselopname gerealiseerd kan worden en vervolgens in de nabijheid daarvan overtijen. Uit de SEM analyses blijkt dat de relaties tussen de hoeveelheid voedsel op de wadplaten en het aantal vogels op de nabijgelegen HVP's niet altijd even sterk zijn. Deze mismatch kan ontstaan wanneer de voedselsituatie in de gehele Waddenzee gunstig is waardoor het niet veel uitmaakt of de vogels op de allerbeste plek zitten. Een mismatch kan ook ontstaan doordat voor een aantal vogelsoorten de voorkeursprooien niet goed bekend of niet volledig bemonsterd zijn (zoals Pijlstaart en Tureluur). Ook kan het zo zijn dat bepaalde HVP's onaantrekkelijk zijn (bijvoorbeeld door verstoring) zodat de vogels op grotere afstand van de foerageergebieden overtijen (en worden geteld) dan dat ze idealiter zouden willen. Ten slotte kunnen verschillende individuen binnen een soort verschillende diëten hebben. Zo is het bekend dat sommige Scholeksters zich specialiseren op schelpdieren terwijl andere zich meer richten op wormen (van de Pol *et al.* 2009). Ook zijn er grote verschillen tussen de seksen bij Wulpen en Rosse Grutto's, waarbij de kleinere mannen andere prooien prefereren dan de grotere vrouwtjes (Zwarts & Esselink 1989, Duijns & Piersma 2014). Door specialisatie op een bepaalde prooi wordt deze voor een deel van de populatie belangrijker. Dit soort ogenschijnlijke subtiele verschillen kunnen een mismatch veroorzaken als daar bij het modelleren geen rekening mee wordt gehouden en vogels met verschillend dieet ook een andere verspreiding hebben.

Op dit moment wordt deels rekening gehouden met habitateffecten door deelgebieden a-priori uit te sluiten (Kluut en Tureluur) op basis van observaties van voorkomen van steltlopers op het wad. Een andere manier om rekening te houden met het habitat is om in het SEM explicieter verbanden tussen het habitat en de vogels op te nemen.

8.6 Analyse van de latente variabele F in het MLV gebied

In de SEM-analyse is de relatie tussen de latente variabele F , het getelde aantal vogels (*rekens*), het voorspelde aantal vogels (*yhat*) en de residuen (*res*) in detail geanalyseerd. Uit de analyses blijkt dat F een nuttige proxy is voor de voedselsituatie. In het rapport over 2022 is de correlatie tussen F en de wadmap proxies onderzocht (Duijns *et al.* 2022). Hierbij dient te worden opgemerkt dat de SEM proxy F anders is dan de proxies uit Wadmap omdat in de SEM analyse de aantallen vogels een responsvariabele vormen zodat een zekere mate van samenhang tussen F en vogelaantallen wordt afgedwongen, terwijl in de Wadmap analyses alleen naar het voedsel (in combinatie met de functionele respons) wordt gekeken.

Het idee is dat de benthossoorten die via de latente variabele het sterkste effect hebben op het aantal vogels de sterkste loading krijgen op de latente variabele F . De informatie waaruit deze loadings worden bepaald is de variatie in benthos en vogelaantallen tussen jaren en gebieden in de Waddenzee. Voor het benthos is deze dataset echter nog niet volledig; voor een aantal jaren in de studieperiode zijn nog alleen de SIBES-monsters uit Pinkegat-Zoutkamperlaag uitgewerkt en niet die uit de overige deelgebieden. Wanneer F een solide reflectie is van de voedselsituatie kan in principe ook voor de tussenliggende jaren buiten het MLV gebied het verloop van F onderzocht worden. In het geval van de SEM modellen die hier gebruikt zijn, zijn daarvoor Bayesiaanse methoden nodig en in dit rapport is dat niet verder uitgewerkt, vanwege beperkte tijd. Wel is het verloop van de voedselsituatie per soort in MLV-gebied ten opzichte van de rest van de Waddenzee onderzocht (Figuur 8.5). In volgende jaren zou ervoor gekozen kunnen worden om de trend in deze proxy uit te werken met behulp van Bayesiaanse methoden. Een betere optie is om te wachten tot de SIBES-monsters van de tussenliggende jaren uit de rest van de Waddenzee ook zijn uitgewerkt. Daarnaast zou het nuttig zijn om op systematische wijze de trends van de voedselsituatie in het MLV gebied te vergelijken met die daarbuiten - of met een deelgebied dat sterk lijkt op het MLV gebied.

De aanpassingen die in de SEM berekeningen zijn gedaan de afgelopen jaren hebben over het algemeen geleid tot een verbetering van de model-fit. In toekomstige analyses bovenstaande suggesties geïmplementeerd kunnen worden, om uiteindelijk tot een betrouwbaar model te komen, dat beter de benutting van de HVP's en de ontwikkeling van het benutbare voedselaanbod zal kunnen beschrijven.

9. Resultaten monitoring Wadmap

9.1 Ontwikkelingen Waddenzee

De ontwikkelingen van het voedselaanbod voor de vogels in het bodemdalingsgebied vinden plaats binnen de context van de veranderingen in de Waddenzee. Het is daarom nodig deze veranderingen en kennis over onderliggende processen kort te bespreken. Vooral ook omdat het deels om grootschalige processen op lange termijn gaat, waarbij de invloeden kunnen verschillen tussen delen van de Waddenzee.

De gegevens verzameld in het kader van de SIBES bemonsteringen zijn gebruikt voor een zeer gedetailleerde analyse van de habitateisen van de algemene bodemdiersoorten (Folmer *et al.* 2017, Bijleveld *et al.* 2025). De meeste bodemdiersoorten van de Waddenzee blijken in hun voorkomen te reageren op de omgevingsvariabelen overstromingsduur, korrelgrootte en zoutgehalte (Kraan *et al.* 2010). Voor sommige soorten zijn ook golfimpact en bodemschuifspanning door stroming van belang. De meeste bodemdiersoorten hebben een relatief brede niche: ze komen voor onder een breed spectrum van fysische condities, en er zijn geen kritische drempels in de omgevingscondities gevonden rond welke de gemeenschap sprongsgewijs verandert.

9.2 Ontwikkelingen bodemdieren Waddenzee

Een ingrijpende ecologische gebeurtenis in de recente geschiedenis was het vrijwel volledige verdwijnen van de droogvallende Mosselbanken rond 1990. Dit was het gevolg van een toename van de visserij op droogvallende Mosselbanken in een periode met weinig broedval (Beukema & Cadée 1996, Ens *et al.* 2004). Na een betere bescherming zijn de droogvallende Mosselbanken langzaam teruggekeerd (van der Meer *et al.* 2019, Troost *et al.* 2021).

Herstel van die banken vereist grootschalige broedval en die is zeldzaam en onvoorspelbaar. Zo was er grootschalige broedval van Mosselen in de Nederlandse Waddenzee in 1994, 2001, 2003, 2016 en 2018 (van den Ende *et al.* 2020), maar ook 2024 was een (heel) goed jaar. Gedurende de periode van herstel van de droogvallende Mosselbanken vond ook een uitbreiding van de Japanse Oester plaats, een exoot die al sinds 1983 in de Nederlandse Waddenzee voorkwam (Dankers *et al.* 2004) maar zich pas rond 2003 massaal begon uit te

breiden. Na 30 jaar is het areaal 'Mosselbanken' weer op het niveau van voor de verdwijning, al zal het aandeel gemengde banken waarschijnlijk blijven groeien en ook het totale areaal zou nog kunnen toenemen (van der Meer *et al.* 2019). De gegevens die Van der Meer *et al.* (2019) gebruiken voor hun berekeningen zijn gebaseerd op de jaren 1999-2013, en de toen voorspelde toename is inderdaad opgetreden (Troost *et al.* 2021).

De samenstelling van de banken is belangrijk, omdat Scholeksters en Kanoeten, die op de banken voornamelijk Mossels eten, negatief worden beïnvloed naarmate de dichtheid van Japanse Oesters hoger is (Waser *et al.* 2016). Scholeksters kunnen wel Japanse Oesters openen (Cadée 2008), maar alleen de kleinere exemplaren.

Behalve Mosselvisserij was er rond 1990 ook sprake van grootschalige mechanische Kokkelvisserij op de wadplaten. In sommige jaren kon een aanzienlijk deel van het Kokkelbestand worden opgevist (Ens *et al.* 2004). In 2005 werd de mechanische Kokkelvisserij verboden. Ten tijde van de mechanische Kokkelvisserij was er sprake van kleinschalige handmatige Kokkelvisserij, maar de omvang daarvan is toegenomen na het beëindigen van de mechanische Kokkelvisserij (Troost & van Asch 2018). De Kokkelbestanden zijn toegenomen, maar net als bij Mossels is er maar af en toe sprake van een massale broedval.

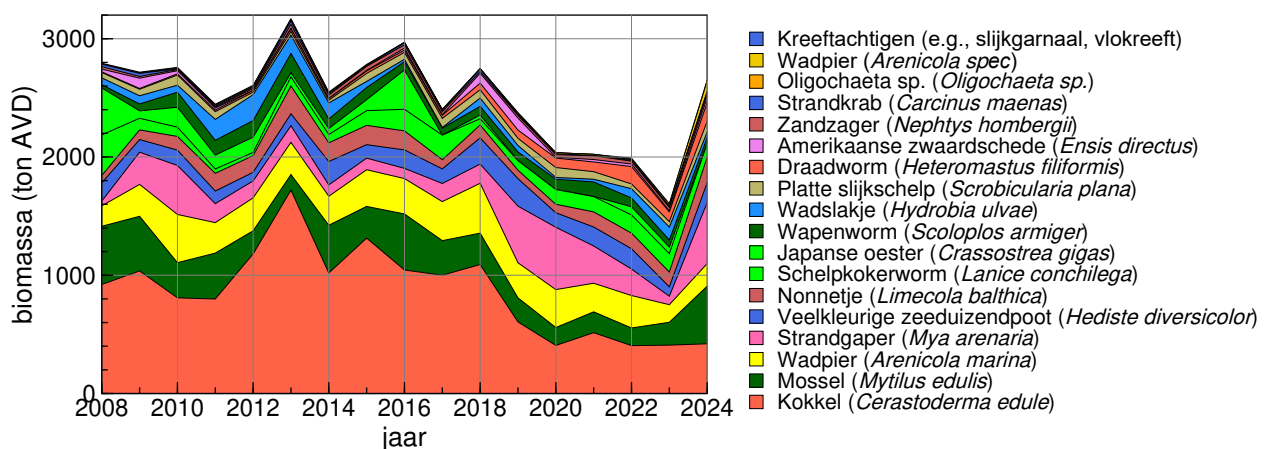
Sommige soorten bodemdieren, zoals de Kokkel *Cerastoderma edule*, de Schelpkokerworm *Lanice conchilega* en de Zandzager *Nephtys hombergii*, zijn gevoelig voor vorstperiodes en kunnen massaal sterven in een strenge winter, zodat er overal schaarste optreedt (Beukema *et al.* 1993). Na zo'n strenge winter volgt er dan vaak wel een massale broedval. Deze broedval levert veel voedsel voor de kleine wadvogels met korte snavels, maar als de prooidieren ouder en groter worden graven ze zich dieper in en worden ze prooi voor de grotere wadvogels met een langere snavel (Zwarts & Wanink 1993). Daarnaast zijn in frequentie toenemende hittegolven een probleem voor Kokkels, en zo stierf een groot deel van het Kokkelbestand in de zomers van 2018-2020 (Troost & van Asch 2018). De toenemende frequentie van hittegolven zou nadelig kunnen uitpakken voor het Kokkelbestand (Suykerbuyk *et al.* 2021), die in 2024 nog steeds laag is (Figuur 9.1 en 9.2).

9.3 Voedselaanbod Pinkegat-Zoutkamperlaag

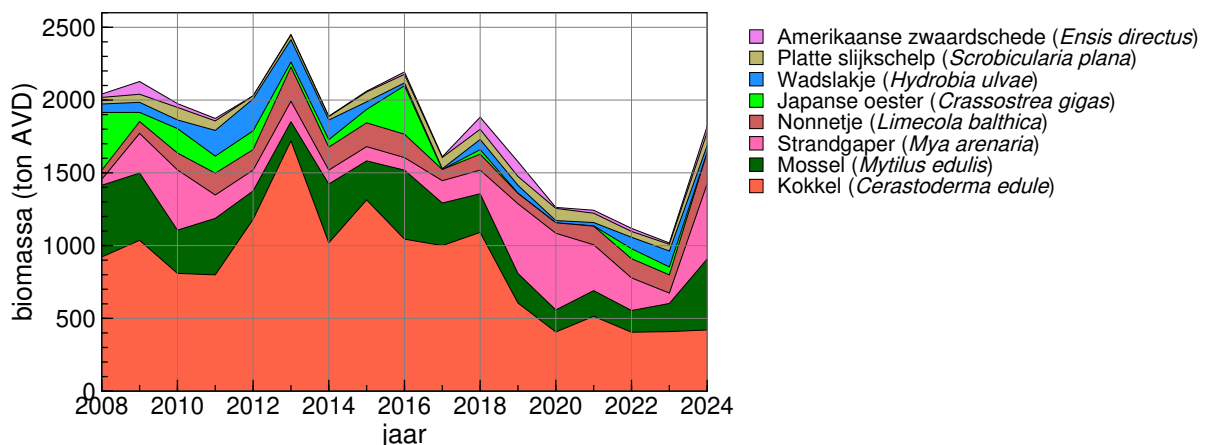
De ontwikkeling van de totale biomassa van bodemdieren in Pinkegat en Zoutkamperlaag is weergegeven in Figuur 9.1. Ongeveer 20% van de biomassa bestaat uit Kokkels. Vanaf 2018 was er bij meerdere soorten een afname waarneembaar, waaronder een afname in het Kokkelbestand. Die afname van het Kokkelbestand is zichtbaar in de hele Waddenzee (Troost *et al.* 2022), en komt deels door het uitblijven van nieuwe broedval en periodieke grote sterfte door hittegolven. In 2024 is het totale bestand bodemdieren toegenomen, en lijkt weer in de buurt te liggen van het niveau tijdens de beginperiode van de metingen.

9.3.1 Schelpdieren

Wanneer alleen naar de schelpdieren wordt gekeken was vanaf 2018 tot 2023 een stabiele afname van het biomassa waarneembaar, met name veroorzaakt door de afname van de Kokkel (Figuur 9.2). De toename in 2024 wordt voornamelijk beïnvloed door de Mossel en Strandgaper. De Kokkel is in 2024 op hetzelfde niveau als 2023, maar nog steeds op een lager niveau dan alle voorgaande jaren. De sterke afname is mede het gevolg van een grote sterfte van droogvallende Kokkels tijdens hittegolven in de nazomers van 2018 en 2019 (Troost *et al.* 2021). De andere scheldieren lijken redelijk stabiel, al laten die wel grote variatie tussen jaren zien.



Figuur 9.1. Ontwikkeling van de totale biomassa bodemdieren (in tonnen asvrij drooggewicht) in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag in de winter, onderverdeeld naar de verschillende soorten prooidieren.



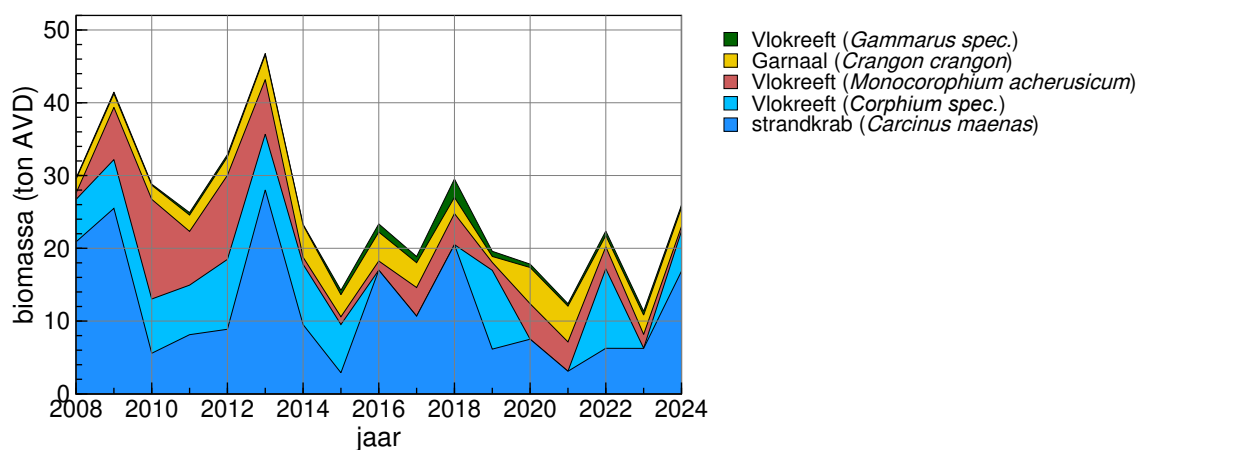
Figuur 9.2. Ontwikkeling van de totale biomassa schelpdieren (in tonnen asvrij drooggewicht) in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag in de winter, onderverdeeld naar de verschillende soorten schelpdieren.

9.3.2 Kreeftachtigen

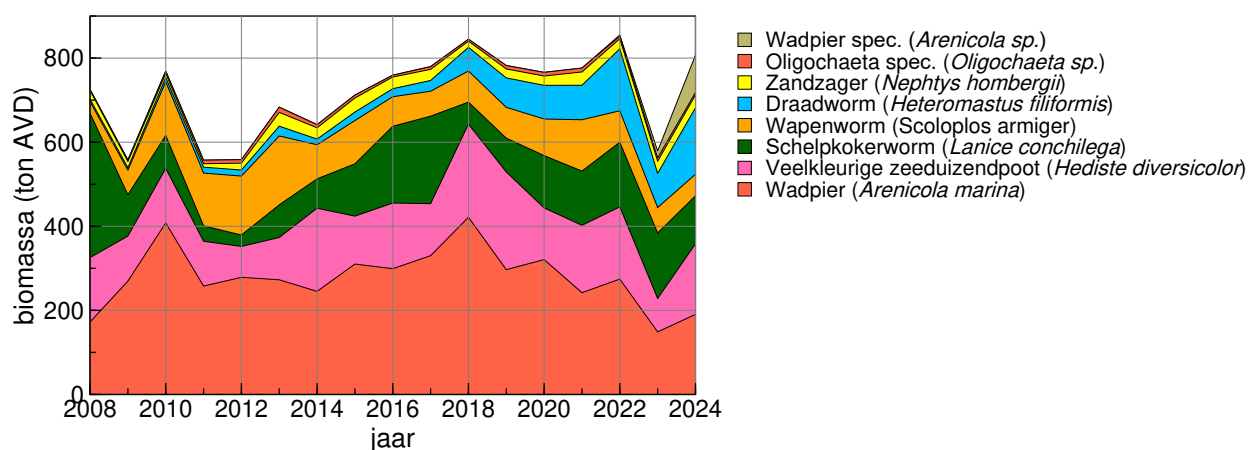
De bestanden van kreeftachtigen fluctueren zeer sterk als gevolg van sterke fluctuaties in het bestand van Strandkrabben en dat van vlokreeftjes, al lijken ze na de piek in 2013 op een nieuw lager niveau te zijn gebleven (Figuur 9.3). De soorten in deze groep zijn heel mobiel en laten zich niet heel goed bemonsteren (Taal *et al.* 2020), zodat niet kan worden uitgesloten dat deze fluctuaties voor een deel het gevolg zijn van toevallige bemonsteringsvariatie. In vergelijking tot de andere bodemdieren is het aandeel kreeftachtigen erg klein (maximaal 45 ton AVD in de winter, terwijl het totale bestand aan bodemdieren fluctueert tussen 2000 en 3000 ton AVD in de winter; Figuur 9.1). Deze soortgroep is wel relevant, want kreeftachtigen worden door veel vogels benut (zie ook Tabel 6.1).

9.3.3 Wormen

Na jaren van een lichte stijging in het bestand van wormen (Figuur 9.4), was 2023 een jaar waarin veel soorten zijn afgenomen. In 2024 zien we echter de biomassa weer toenemen. Wormen vormen na de schelpdieren een belangrijk deel van de biomassa van bodemdieren. Binnen de wormen heeft de Wadpier, waarvan het bestand vanaf 2018 langzaam achteruit gaat, het grootste aandeel biomassa, gevolgd door de Veelkleurige Zeeduizendpoot, de Schelpkokerworm en de (Rode) Draadworm.



Figuur 9.3. Ontwikkeling van de totale biomassa kreeftachtigen (in tonnen asvrij drooggewicht) in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag in de winter, onderverdeeld naar de verschillende soorten.



Figuur 9.4. Ontwikkeling van de totale biomassa wormen (in tonnen asvrij drooggewicht) in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag in de winter, onderverdeeld naar de verschillende wormensoorten.

9.4 Vogels

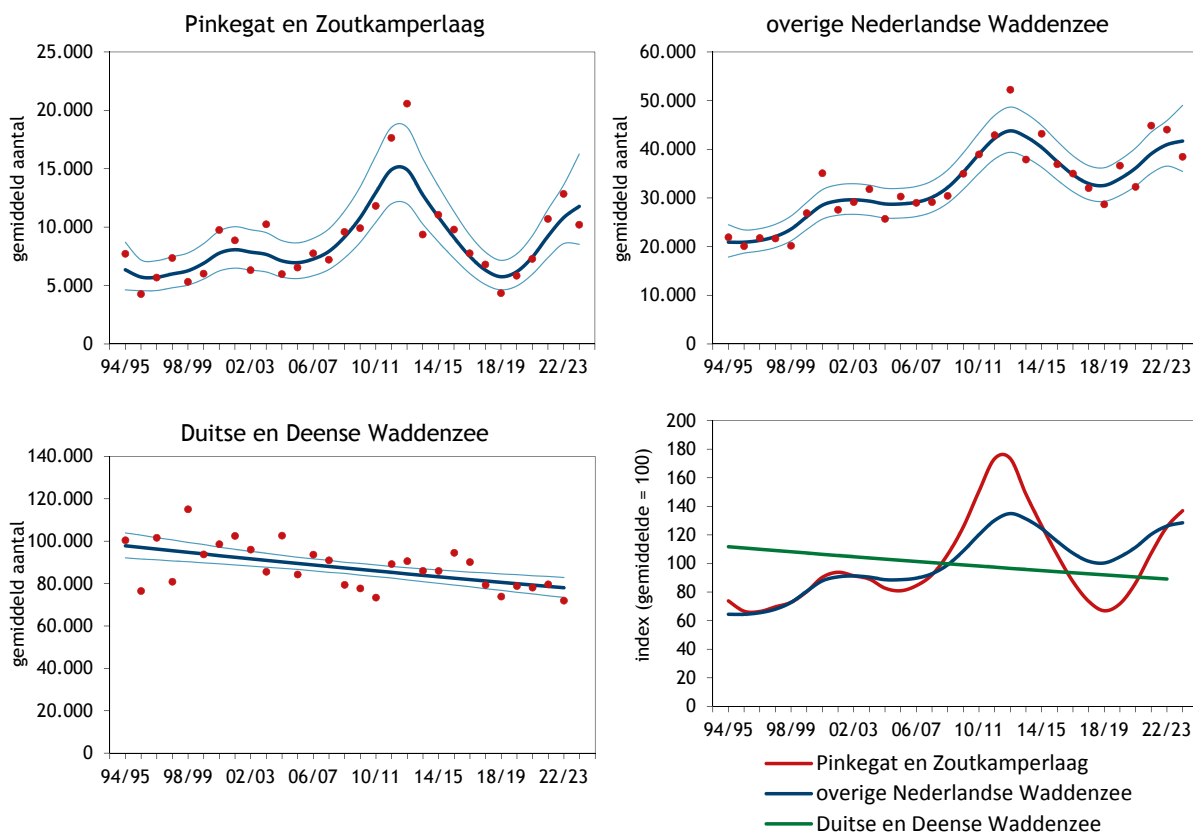
De resultaten voor de vogels worden per soort beschreven. De soortbeschrijvingen bestaan uit de volgende onderdelen:

1. De waargenomen trend in de aantallen in Pinkegat en Zoutkamperlaag en een vergelijking met de aantalsontwikkelingen elders: in de rest van de Nederlandse Waddenzee, de Duitse en Deense Waddenzee, en langs de gehele Oost-Atlantische vliegroute (van Roomen *et al.* 2025).
2. De trends worden geclassificeerd volgens de NEM-criteria (Figuur 5.5) en in twee perioden vergeleken; de lange termijn trend (94/95 – 23/24) en de korte termijn trend, welke overeenkomt met de start van de gaswinning (07/08 – 23/24).
3. Figuren met het verloop van alle proxies voor beide seizoenen in Pinkegat-Zoutkamperlaag. De resultaten van de trendberekeningen over de proxies staan in Bijlage II.
4. Mogelijke verklaringen voor de waargenomen trends in aantallen en proxies worden kort bediscussieerd.
5. Voor de proxies voor draagkracht worden de volgende resultaten van de validatie-berekeningen uit de rapportage over het monitoringjaar 2018 (Ens *et al.* 2019):

- a. Of er een gevalideerde proxy voor draagkracht is gevonden. Hierbij is een grenswaarde van 25% verklaarde variantie voor model 1 aangehouden (Ens *et al.* 2019).
 - b. De mate waarin de proxies onderling correleren. Hierbij is een grenswaarde van 0,65 aangehouden: beneden deze waarde wordt de gemiddelde correlatie als laag beoordeeld (Ens *et al.* 2019).
6. De beslissing matrix wordt toegepast, wat leidt tot één van de volgende conclusies:
 - a. Geen meetbare verandering die mogelijk een effect kan zijn van gaswinning
 - b. Meetbare positieve verandering die mogelijk een effect kan zijn van gaswinning
 - c. Meetbare negatieve verandering die mogelijk een effect kan zijn van gaswinning

9.4.1 Bergeend

Over de periode 94/95- 23/24 laten de aantallen Bergeenden in Pinkegat en Zoutkamperlaag een matige toename zien, en over de MLV-winningsperiode (07/08 - 23/24) is sprake van een stabiele populatie (Figuur 9.5; Tabel 9.1). Dit komt overeen met de trends in de rest van de Waddenzee, terwijl de aantallen in de Duitse en Deense Waddenzee een matige afname laten zien, over de MLV-winningsperiode en op lange termijn. Op Europese schaal zien we dezelfde patronen als in de Duitse en Deense Waddenzee.



Figuur 9.5. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Bergeend in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.



De Waddenzee is van groot belang voor ruiende en overwinterende Bergeenden en bijna de gehele populatie gebruikt de Waddenzee (Kleefstra *et al.* 2022). Het Nederlandse deel daarvan wordt vooral steeds belangrijker als ruigebied (Kleefstra *et al.* 2011). Bergeenden foerageren bij voorkeur in zacht sediment of op slijk bedekt met een dun laagje water. Ze volgen min of meer het getijdenritme, maar concentreren zich nauwelijks op hoogwatervluchtplaatsen en foerageren ook bij hoogwater

De in augustus ruiende Bergeenden concentreren zich in enorme groepen langs de Friese kust ten westen van Holwerd, dus buiten de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag. Lagere aantallen komen voor op Balgzand, in de Dollard, onder de Rottums en soms kleine groepen elders langs de Friese en Groningse

kust. Tijdens de rui worden alle vliegveren tegelijkertijd afgeworpen en kunnen de eenden dus niet vliegen, wat een verhoogde kwetsbaarheid voor predatie met zich meebrengt. Het is aannemelijk dat de eenden dan extra schuw zijn en de rustigste gebieden in de Waddenzee opzoeken, waar ook nog voldoende voedsel ligt.

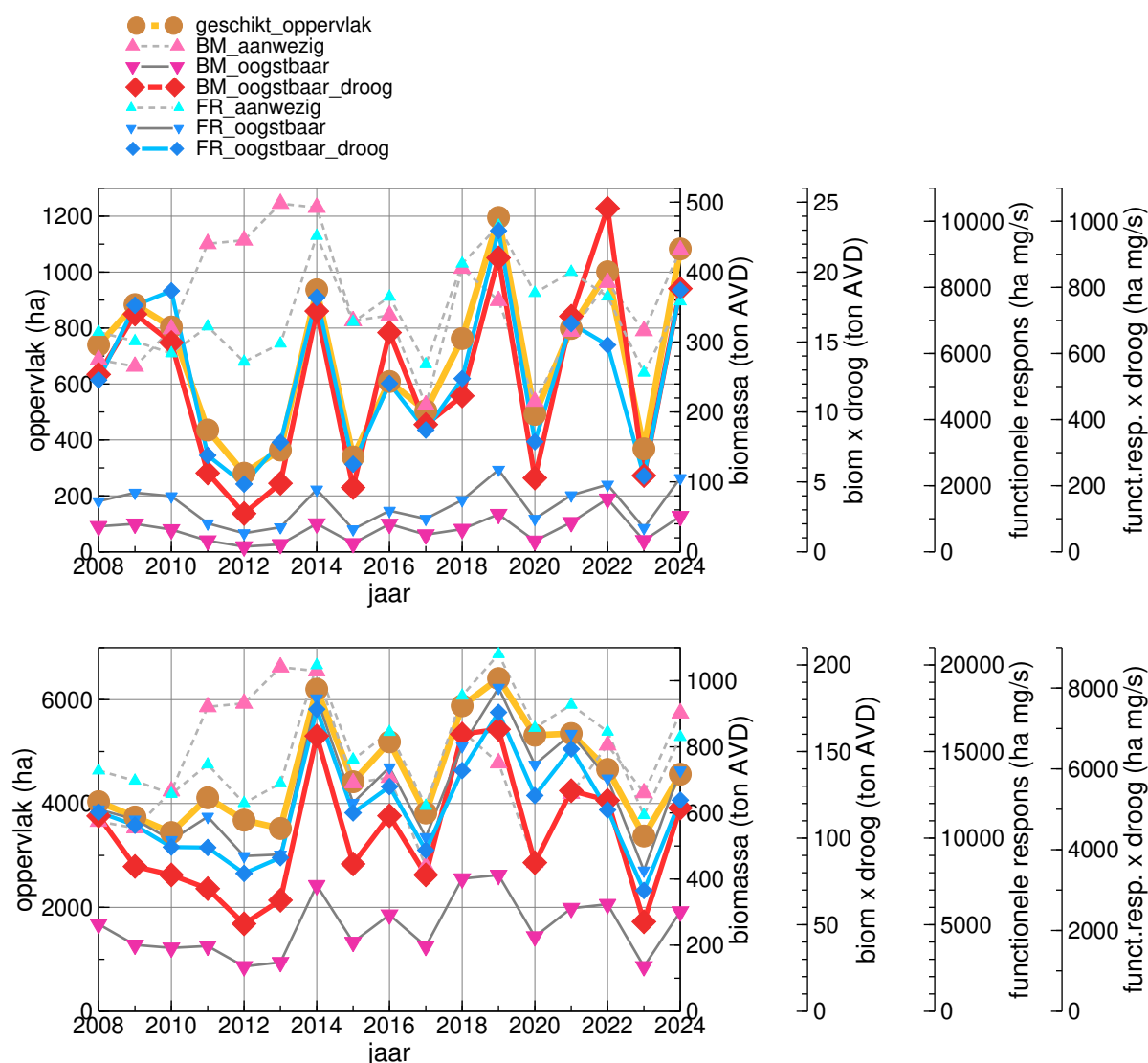
Na de ruiperiode (dus ook in de rekenmaanden september en januari) komt de soort veel meer verspreid voor in de slijkigere delen van de Waddenzee. Mogelijk wordt de verspreiding dan vooral bepaald door het voedselaanbod en in mindere mate door verstoring.

De meeste proxies zijn sterk gecorreleerd en geen van de proxies laat een negatieve trend zien in Pinkegat en Zoutkamperlaag (Figuur 9.6 en Bijlage II).

Tabel 9.1. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Bergeend voor Pinkegat/ Zoutkamperlaag, overige Nederlandse Waddenzee, de Duitse en Deense Waddenzee en de Oost-Atlantische vliegroute voor de lange termijn (vanaf 1994/1995) en de MLV-winningsperiode (vanaf 2007/2008). 'Jaarverand' staat voor de proportionele verandering van de aantallen (waarbij 1 een stabiel niveau aangeeft).

Bergeend Label	Vanaf 1994/1995			Vanaf 2007/2008		
	Jaarverand	Symbool	Beoordeling	Jaarverand	Symbool	Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamperlaag	1.02	+	Matige toename	1.02	0	Stabiel
Rest Nederlandse Waddenzee	1.02	+	Matige toename	1.02	+	Matige toename
Duitse en Deense Waddenzee	0.99	-	Matige afname	0.99	-	Matige afname
Oost-Atlantische vliegroute (NW-Eur)	1.01*	+	Matige toename	1.00**	-	Stabiel

* Betreft de periode 1976-2023 (van Roomen *et al.* 2025) ** Betreft de periode 2014-2023 (van Roomen *et al.* 2025)



Figuur 9.6. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Bergeend in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2024 in de winter (boven) en de nazomer (onder). De berekende trendwaardes voor de verschillende proxies en eventuele significantie staan in bijlage II.

Tabel 9.2. Weergave van beslissing matrix hoe monitoring resultaten vertaald kunnen worden naar uitspraken over meetbare van effecten, die mogelijk duiden op effecten van bodemdaling, waarbij 1 staat voor: Geen meetbare veranderingen. 2: Meetbare negatieve veranderingen. 3: Meetbare positieve veranderingen. Toegepast op de Bergeend: 1 Geen meetbare veranderingen.

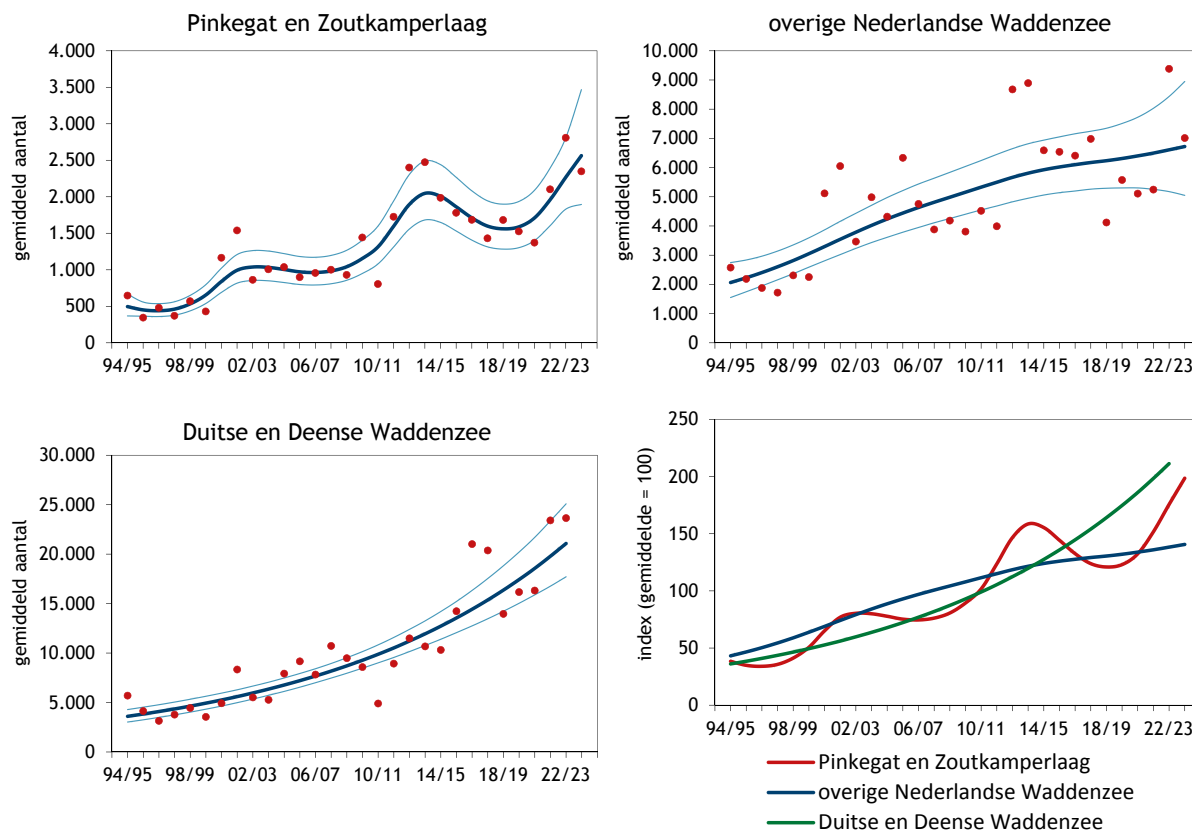
	Proxy/F1 afname	Proxy/F1 neutraal	Proxy/F1 toename
Vogelaantallen MLV negatiever dan elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV ontwikkelen gelijk als elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV positiever dan elders	1	1	3

Conclusie na invullen van de matrix: noch in de winterperiode, noch in de nazomer zijn er meetbare veranderingen gevonden (1) die mogelijk duiden op een negatief effect van de gaswinning (Tabel 9.2).

9.4.2 Pijlstaart

Op de lange termijn nemen de aantallen Pijlstaarten overal in de Waddenzee nog toe (Figuur 9.7; Tabel 9.3). Over de MLV-winningsperiode is er ook nog steeds sprake van een matige toename in het Pinkegat en Zoutkamperlaag, terwijl er een stabiele ontwikkeling is in andere delen van de Nederlandse Waddenzee, terwijl in het Duitse en Deense deel de soort nog steeds

sterk toeneemt. De Waddenzee is van groot belang voor de Europese populatie (Kleefstra *et al.* 2022). De trend van de in West-Europa overwinterende flyway-populatie is positief op de lange termijn (1976-2023), zowel als op de korte termijn (van Roomen *et al.* 2025). Er zijn al met al geen aanwijzingen dat de aantalsontwikkeling in Pinkegat en Zoutkamperlaag in negatieve zin afwijkt van de andere gebieden.



Figuur 9.7. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Pijlstaart in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Tabel 9.3. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Pijlstaart voor Pinkegat/Zoutkamperlaag, overige Nederlandse Waddenzee, de Duitse en Deense Waddenzee en de Oost-Atlantische vliegroute voor de lange termijn (vanaf 1994/1995) en de MLV-winningsperiode (vanaf 2007/2008). 'Jaarverand' staat voor de proportionele verandering van de aantallen (waarbij 1 een stabiel niveau aangeeft).

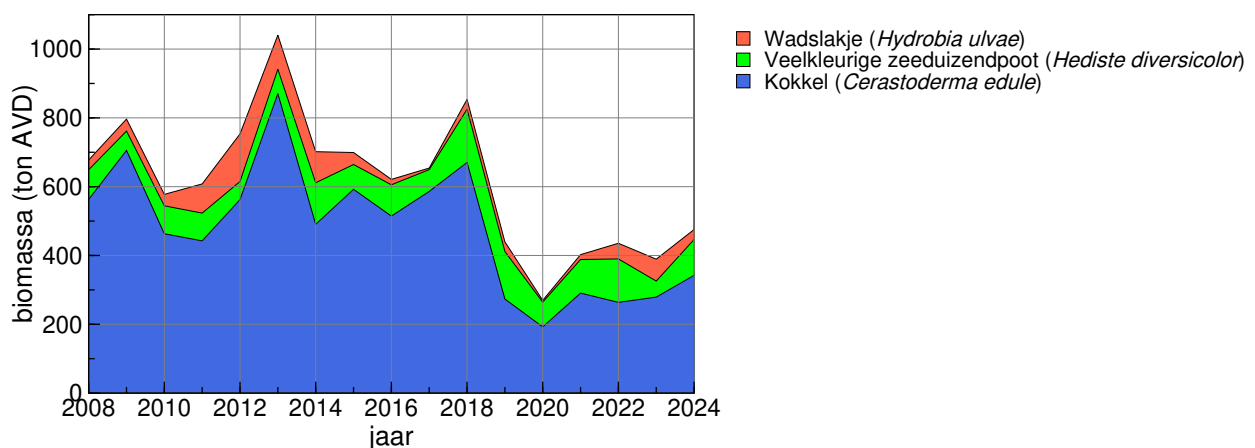
Pijlstaart Label	Vanaf 1994/1995			Vanaf 2007/2008		
	Jaarverand	Symbool	Beoordeling	Jaarverand	Symbool	Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamperlaag	1.06	+	Matige toename	1.06	+	Matige toename
Overige Nederlandse Waddenzee	1.04	+	Matige toename	1.02	0	Stabiel
Duitse en Deense Waddenzee	1.07	++	Sterke toename	1.07	++	Sterke toename
Oost-Atlantische vliegroute (NW Eur)	1.01*	+	Matige toename	1.05**	+	Matige toename

* Betreft de periode 1976-2023 (van Roomen *et al.* 2025) ** Betreft de periode 2014-2023 (van Roomen *et al.* 2025)

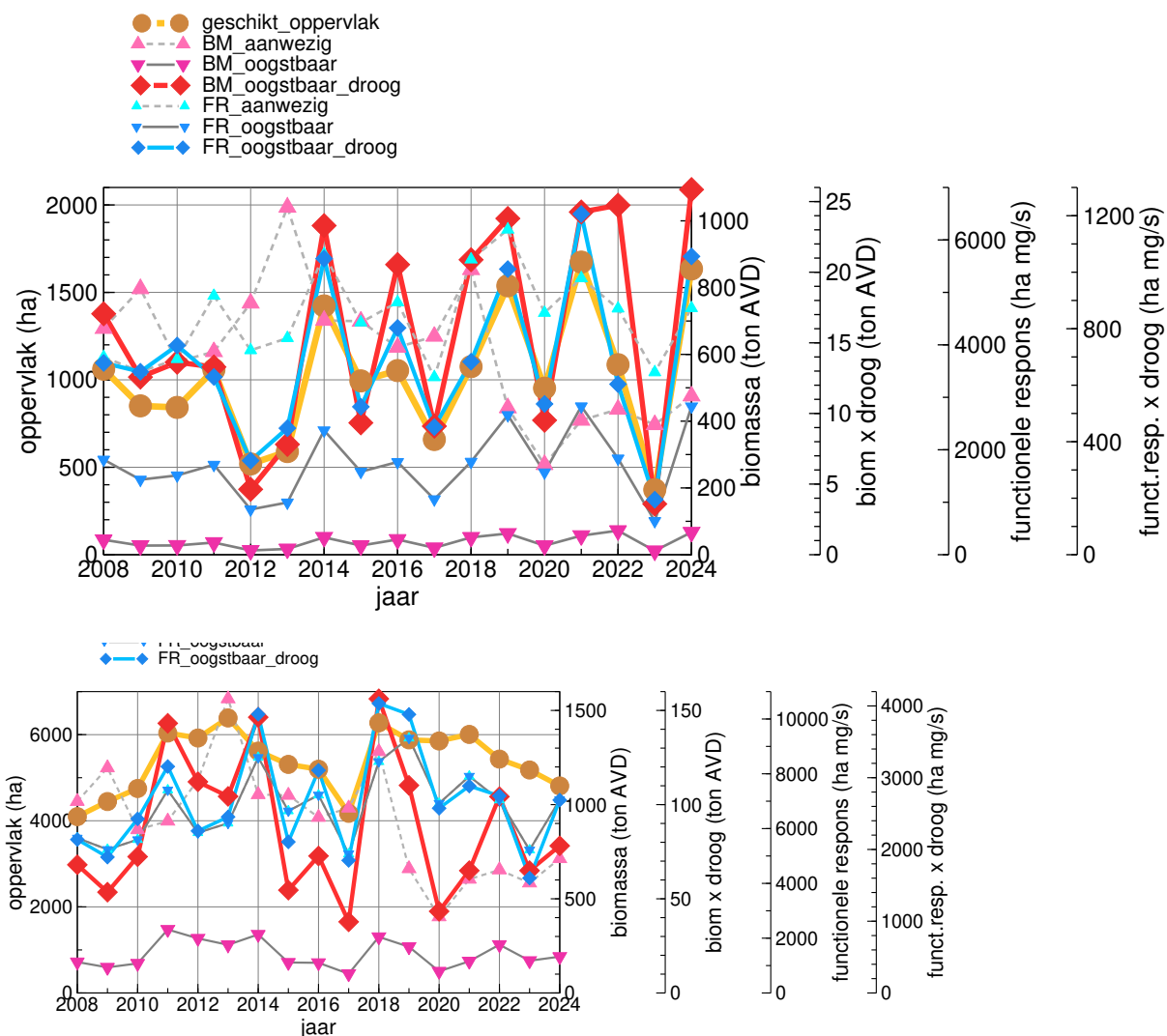


Een verklaring voor de toenemende trend is moeilijk te geven. De meeste voor deze soort berekende proxies voor voedselbeschikbaarheid laten sinds 2008 geen significante trend te zien, maar één proxy laat net als vorig jaren een significante afname zien met ongeveer 5% per jaar (*BMaanw* in november en januari). Kijkend naar het dieet van deze soort in het model, lijkt deze trend te komen door de afname in met name (jonge) Kokkels, die dit jaar wel iets is toegenomen (Figuur 9.8), maar nog niet op het niveau zit van de

eerste 10 jaar van de monitoring. Het is echter twijfelachtig of de proxies een representatief beeld geven van de beschikbaarheid van voedsel voor deze soort. Pijlstaarten foerageren op het wad niet alleen op de daar aanwezige bodemfauna maar ook veel op zaden en bladdelen van kwelderplanten (Dessborn *et al.* 2011), en (veranderingen in) de beschikbaarheid daarvan is niet gemeten en dus ook niet verwerkt in de proxies.



Figuur 9.8. Verloop van de voor Pijlstaarten aanwezige biomassa in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag in de winter voor de jaren 2008-2024.



Figuur 9.9. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Pijlstaart in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2024 in de winter (boven) en de herfst (onder). De berekende trendwaardes voor de verschillende proxies en eventuele significantie staan in bijlage II.

Tabel 9.4. Weergave van beslissing matrix hoe monitoring resultaten vertaald kunnen worden naar uitspraken over meetbare van effecten, die mogelijk duiden op effecten van bodemdaling, waarbij 1 staat voor: Geen meetbare veranderingen. 2: Meetbare negatieve veranderingen. 3: Meetbare positieve veranderingen. Toegepast op de Pijlstaart: 2 Meetbare negatieve veranderingen.

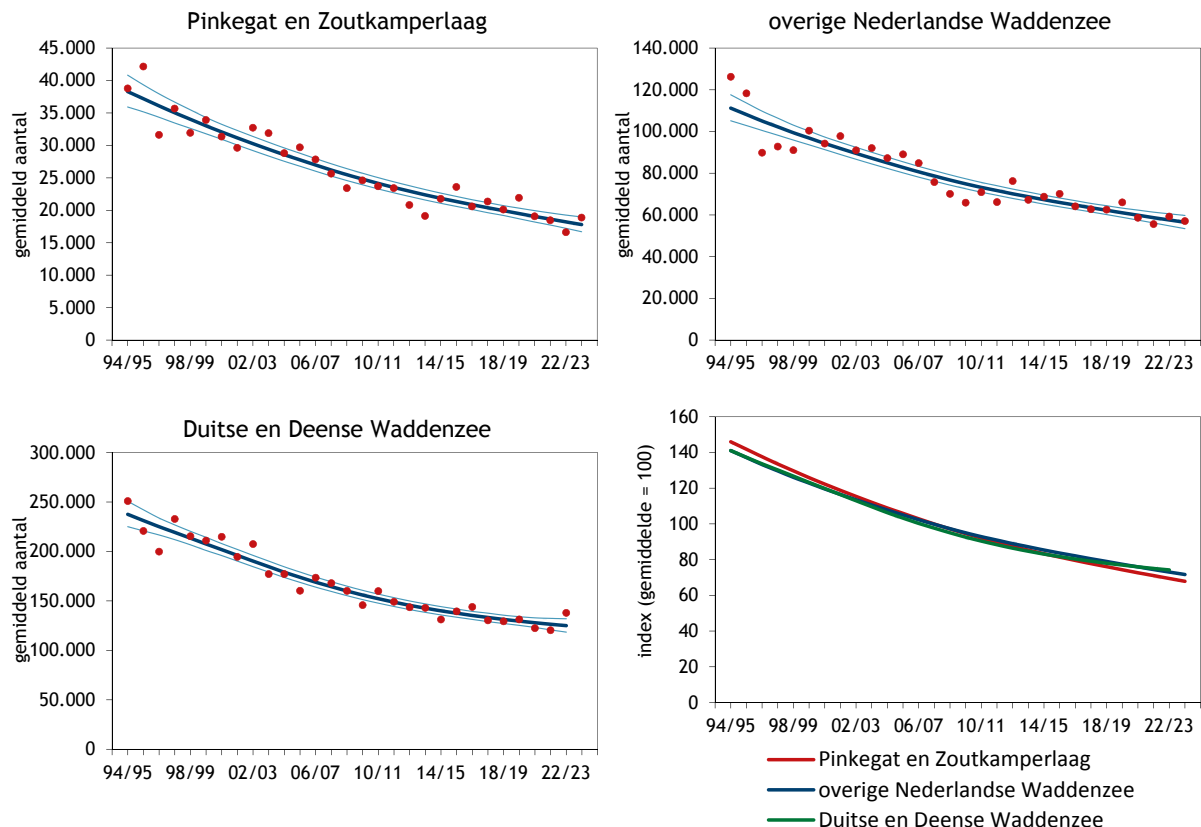
	Proxy/F1 afname	Proxy/F1 neutraal	Proxy/F1 toename
Vogelaantallen MLV negatiever dan elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV ontwikkelen gelijk als elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV positiever dan elders	1	1	3

Conclusie na invullen van de matrix: zowel in de winterperiode, als in de nazomer zijn er meetbare negatieve veranderingen gevonden (2), welke kunnen duiden op een negatief effect van bodemdaling (Tabel 9.4). Het feit dat een deel van het voedsel niet in de proxies verwerkt is, en dat de waargenomen afname grotendeels veroorzaakt is door de afname van Kokkels, is het onwaarschijnlijk dat dit verband houdt met de gaswinning. Daarnaast is er nog steeds een toename van deze soort in het MLV gebied, als de rest van de Waddenzee.

9.4.3 Scholekster

De aantallen Scholeksters die in de Waddenzee overwinteren nemen al sinds ongeveer 1990 af (van de Pol *et al.* 2010b, Van der Jeugd *et al.* 2014, Kleefstra *et al.* 2022). In heel West-Europa is de trend negatief over de periode 1976-2023 (van Roomen *et al.* 2025). In de Waddenzee neemt de Scholekster gestaag af, zowel op de lange termijn (vanaf 1994/1995) als gedurende de MLV-winningsperiode (vanaf 2007/2008; Figuur 9.10 en Tabel 9.5). Er is dus sprake van een afnemende populatie en de trendverschillen zijn niet groot.

Een groot aantal factoren spelen een rol bij de achteruitgang van de Scholekster in de Waddenzee in de winterperiode: overbevissing van de Mosselbanken eind jaren tachtig van de vorige eeuw, het sindsdien overgroeid raken van de terugkerende Mosselbanken door Japanse oester, de Kokkelvisserij (de mechanische Kokkelvisserij is stopgezet in 2004, maar de handmatige Kokkelvisserij heeft meer ruimte gekregen) en het instorten van de populatie Nonnetjes (Ens *et al.* 2009a, Ens *et al.* 2011, Rappoldt & Ens 2013). Veel Scholeksters die in de Waddenzee overwinteren



Figuur 9.10. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Scholekster in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Tabel 9.5. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Scholekster voor Pinkegat/Zoutkamperlaag, overige Nederlandse Waddenzee, de Duitse en Deense Waddenzee en de Oost-Atlantische vliegroute voor de lange termijn (vanaf 1994/1995) en de MLV-winningsperiode (vanaf 2007/2008). 'Jaarverand' staat voor de proportionele verandering van de aantallen (waarbij 1 een stabiel niveau aangeeft).

Scholekster	Vanaf 1994/1995			Vanaf 2007/2008		
	Label	Jaarverand	Symbool Beoordeling	Label	Jaarverand	Symbool Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamperlaag		0.97	- Matige afname		0.98	- Matige afname
Overige Nederlandse Waddenzee		0.98	- Matige afname		0.98	- Matige afname
Duitse en Deense Waddenzee		0.98	- Matige afname		0.98	- Matige afname
Oost-Atlantische vliegroute (NW Eur)		0.99*	- Matige afname		0.99**	- Matige afname

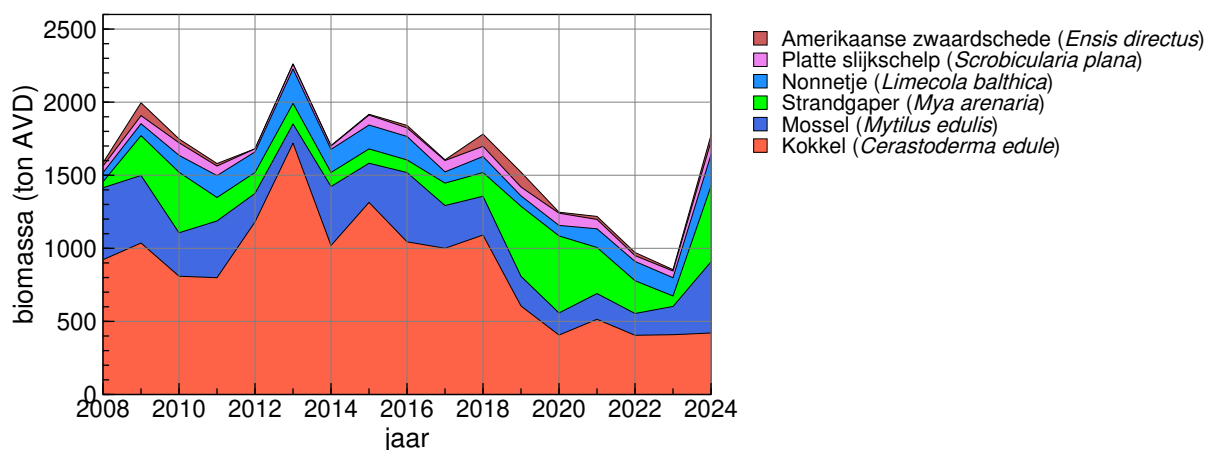
*Dit betreft de periode 1976-2020 (van Roomen *et al.* 2025) **Dit betreft de periode 2011-2020 (van Roomen *et al.* 2025)



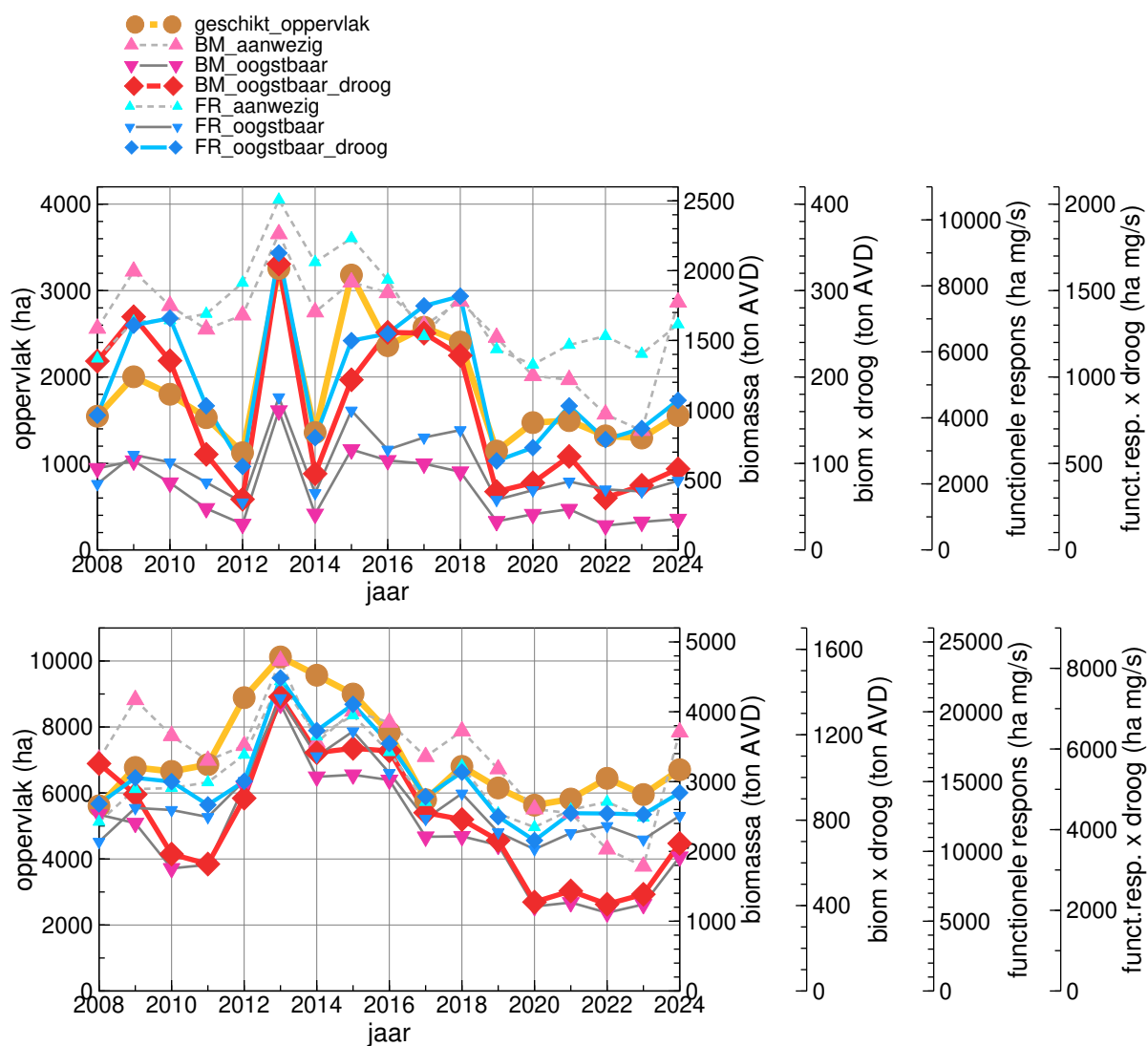
broeden op de kwelders in het gebied, of binnendijs op de eilanden of in Noord-Nederland. Ook daar zijn problemen: een toename van het overstromingsrisico van de kwelders (van de Pol *et al.* 2010a, Duijns *et al.* 2024a, van de Pol *et al.* 2024), en het relatieve onvermogen van Scholeksters om zich aan te passen (Bailey *et al.* 2017, 2019), een toename van predatierisico op de vastelandskwelders en de intensivering van de landbouw (Ens *et al.* 2011).

Kokkels zijn de belangrijkste voedselbron voor Scholeksters in Pinkegat – Zoutkamperlaag volgens de berekeningen met Wadmap (Figuur 9.11). De eerder geconstateerde afname in het Kokkelbestand in de hele Waddenzee sinds de grote broedval in 2011 is ook hier duidelijk zichtbaar (Figuur 9.2). Sindsdien is er geen (grote) broedval geweest, en mede door grote sterfte door hitte in enkele recente zomers (Zhou *et al.* 2022) blijft het aanbod Kokkels laag. Andere belangrijke prooien zoals Strandgaper en Mosselen zijn wel toegenomen, maar lijken de afname van Kokkels niet te hebben gecompenseerd.

Zowel voor de nazomer als voor de winter is *BMAanw* een gevalideerde proxy voor draagkracht (Ens *et al.* 2019). De negatieve trend (4% per jaar) voor deze proxy is significant, zowel in de nazomer als in de winter (Figuur 9.12) en daarnaast laten de proxies *BMoogstDroog* en *BMoogst* in beide seizoenen ook een negatieve trend zien. De andere proxies vertonen geen significante trend (Bijlage I). De afnames in genoemde proxies kunnen we waarschijnlijk verklaren door de hierboven beschreven afname in het Kokkelbestand. De uitblijvende broedval en de impact van hittegolven zijn niet beperkt tot het bodemdalingsgebied, maar hebben zich voorgedaan in de hele Waddenzee (Troost *et al.* 2022).



Figuur 9.11. Verloop van de voor Scholeksters aanwezige biomassa schelpdieren in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag in de winter voor de jaren 2008-2024.



Figuur 9.12. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Scholekster in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2024 in de winter (boven) en de nazomer (onder). De berekende trendwaardes voor de verschillende proxies en eventuele significantie staan in bijlage II.

Tabel 9.6. Weergave van beslissing matrix hoe monitoring resultaten vertaald kunnen worden naar uitspraken over meetbare van effecten, die mogelijk duiden op effecten van bodemdaling, waarbij 1 staat voor: Geen meetbare veranderingen. 2: Meetbare negatieve veranderingen. 3: Meetbare positieve veranderingen. Toegepast op de Scholekster: 2: Meetbare negatieve veranderingen.

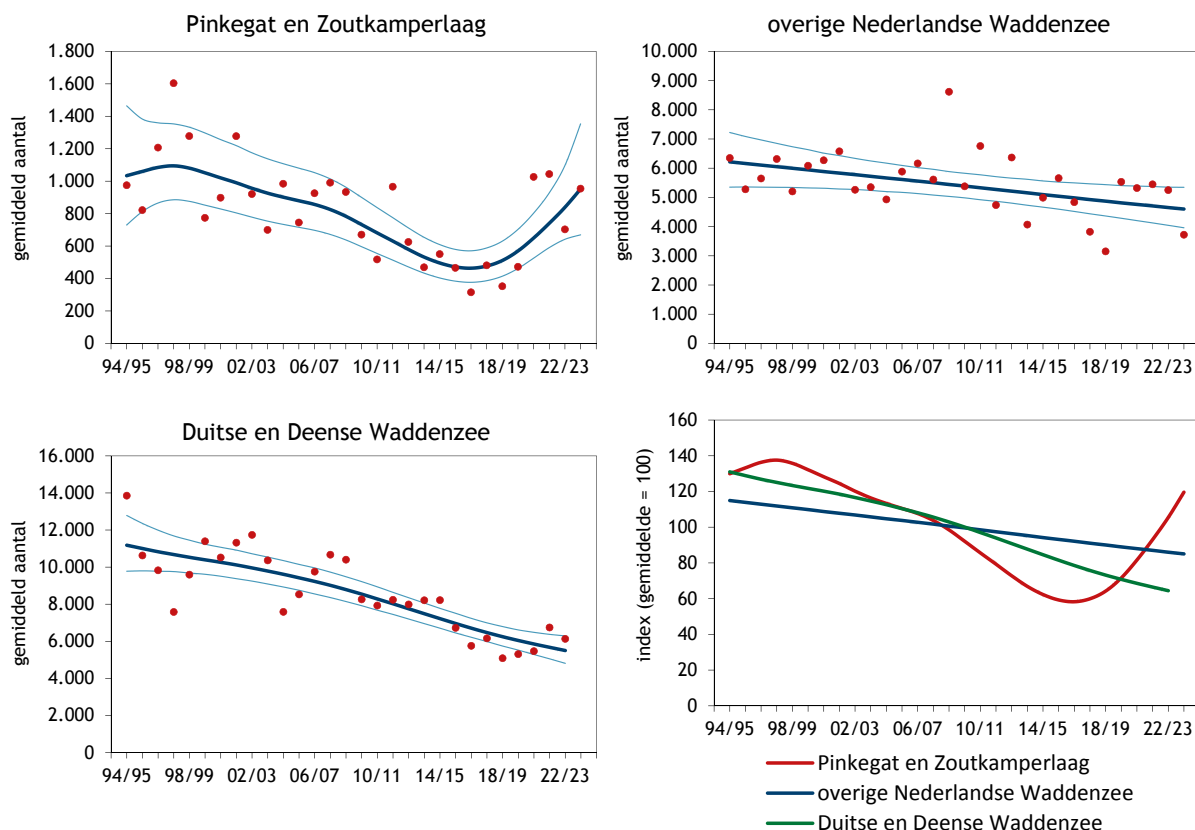
	Proxy/F1 afname	Proxy/F1 neutraal	Proxy/F1 toename
Vogelaantallen MLV negatiever dan elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV ontwikkelen gelijk als elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV positiever dan elders	1	1	3

Conclusie na het invullen van de matrix: zowel in de winterperiode, als in de nazomer zijn er meetbare veranderingen gevonden (2) die mogelijk kunnen duiden op een negatief effect van de gaswinning (Tabel 9.6). In het geval van de Scholekster ligt echter meer voor de hand dat de veranderingen worden gedreven door de ontwikkelingen in het Kokkelbestand, die zich Waddenzee-breed voordoen en dus waarschijnlijk geen verband houden met de gaswinning.

9.4.4 Kluut

Na jaren van een afname zien we de laatste vier jaar een toename van de aantallen Kluten in Pinkegat en Zoutkamperlaag (Figuur 9.13 en Tabel 9.7), al is de periode te kort om van een statistisch significante toename te spreken. Elders in de Waddenzee nemen de aantallen Kluten af (Kleefstra *et al.* 2022; Figuur 9.13). Zowel voor de MLV-winningsperiode als voor de lange termijn wordt de populatietrend in het Pinkegat

Zoutkamperlaag als stabiel beoordeeld en dit gebied lijkt in positieve zin af te wijken van de rest van de Nederlandse, Duitse en Deense Waddenzee, al is dit geheel debet aan de recente toename. Langs Oost-Atlantische vliegroute als geheel neemt de populatie toe op de lange termijn (Tabel 9.7). De populatiegrootte wordt geschat op 100.000 – 110.000 vogels, wat betekent dat maar een klein deel van die populatie gebruik maakt van de Waddenzee (van Roomen *et al.* 2025).



Figuur 9.13. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Kluut in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Tabel 9.7. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Kluut voor Pinkegat/Zoutkamperlaag, overige Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee voor de lange termijn (vanaf 1994/1995) en de MLV-winningsperiode (vanaf 2007/2008). Ook weergegeven de trend van de hele populatie die gebruikt maakt van de Oost-Atlantische vliegroute. 'Jaarverand' staat voor de proportionele verandering van de aantallen (waarbij 1 een stabiel niveau aangeeft).

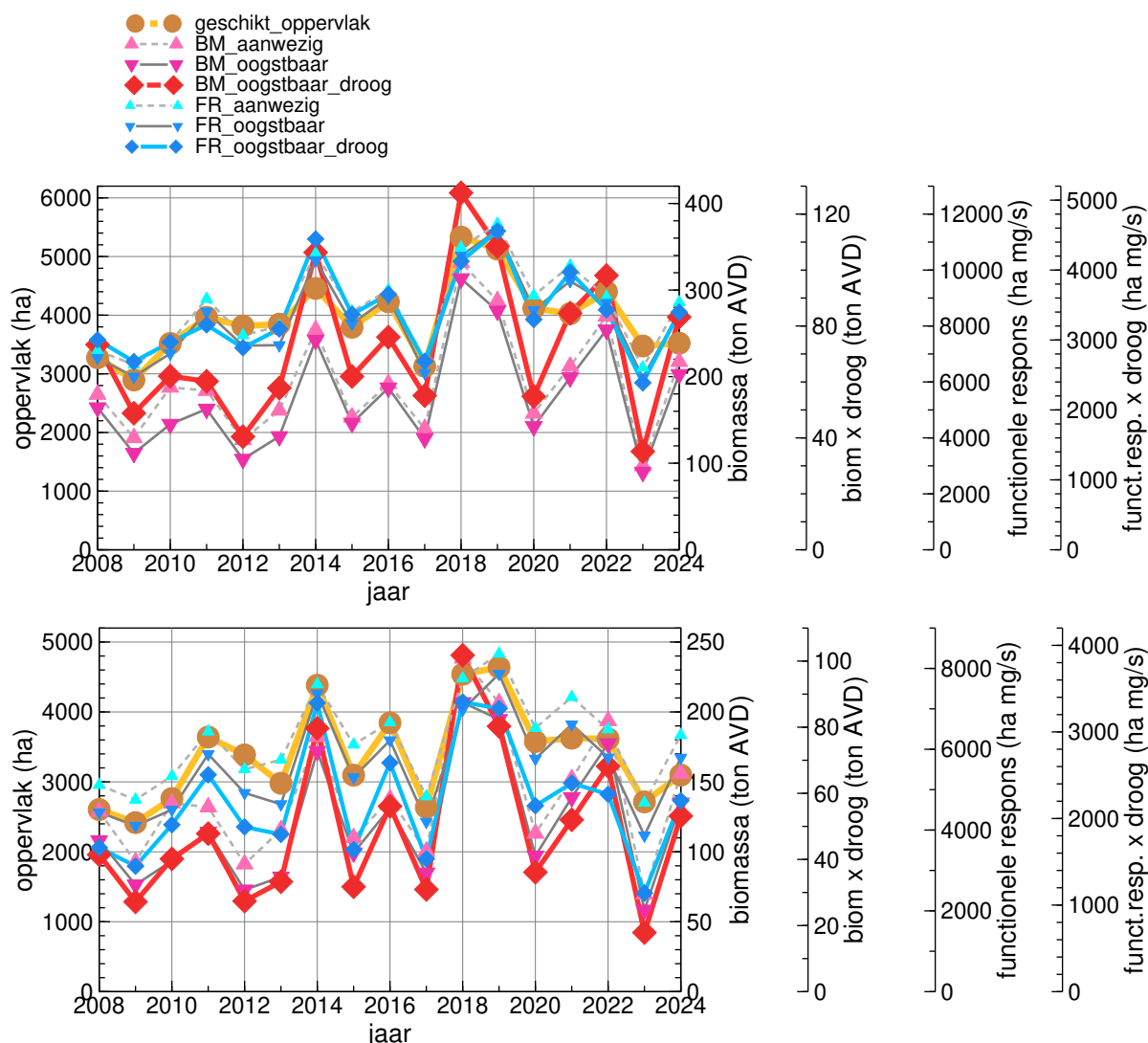
Kluut Label	Vanaf 1994/1995			Vanaf 2007/2008		
	Jaarverand	Symbool	Beoordeling	Jaarverand	Symbool	Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamperlaag	1.00	0	Stabiel	1.01	0	Stabiel
Overige Nederlandse Waddenzee	0.99	-	Matige afname	0.99	-	Matige afname
Duitse en Deense Waddenzee	0.97	-	Matige afname	0.97	-	Matige afname
Oost-Atlantische vliegroute (NW Eur)	1.01*	+	Matige toename	0.96**	-	Matige afname

* gebaseerd op de periode 1978-2020 (van Roomen *et al.* 2025) ** gebaseerd op de periode 2011-2020 (van Roomen *et al.* 2025)

De afname van Kluten in Nederland en de internationale Waddenzee, die het noordelijke deel vormen van het verspreidingsgebied, is het gevolg van een laag broedsucces (Van der Jeugd *et al.* 2014, Koffijberg *et al.* 2021, Manche *et al.* 2023). Een mogelijke oorzaak van dit lage broedsucces lijkt met name een verhoogd

predatierisico van nesten en jongen te zijn (vooral langs de vastelandskust).

De verschillende proxies laten een wisselende trend zien (Figuur 9.14), maar geen van deze is significant negatief (Bijlage I).



Figuur 9.14. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Kluut in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2024 in de nazomer (boven) en het najaar (onder). De berekende trendwaardes voor de verschillende proxies en eventuele significantie staan in bijlage II.

Tabel 9.8. Weergave van beslissing matrix hoe monitoring resultaten vertaald kunnen worden naar uitspraken over meetbare van effecten, die mogelijk duiden op effecten van bodemdaling, waarbij 1 staat voor: Geen meetbare veranderingen. 2: Meetbare negatieve veranderingen. 3: Meetbare positieve veranderingen. Toegepast op de Kluut: 1 Geen meetbare veranderingen.

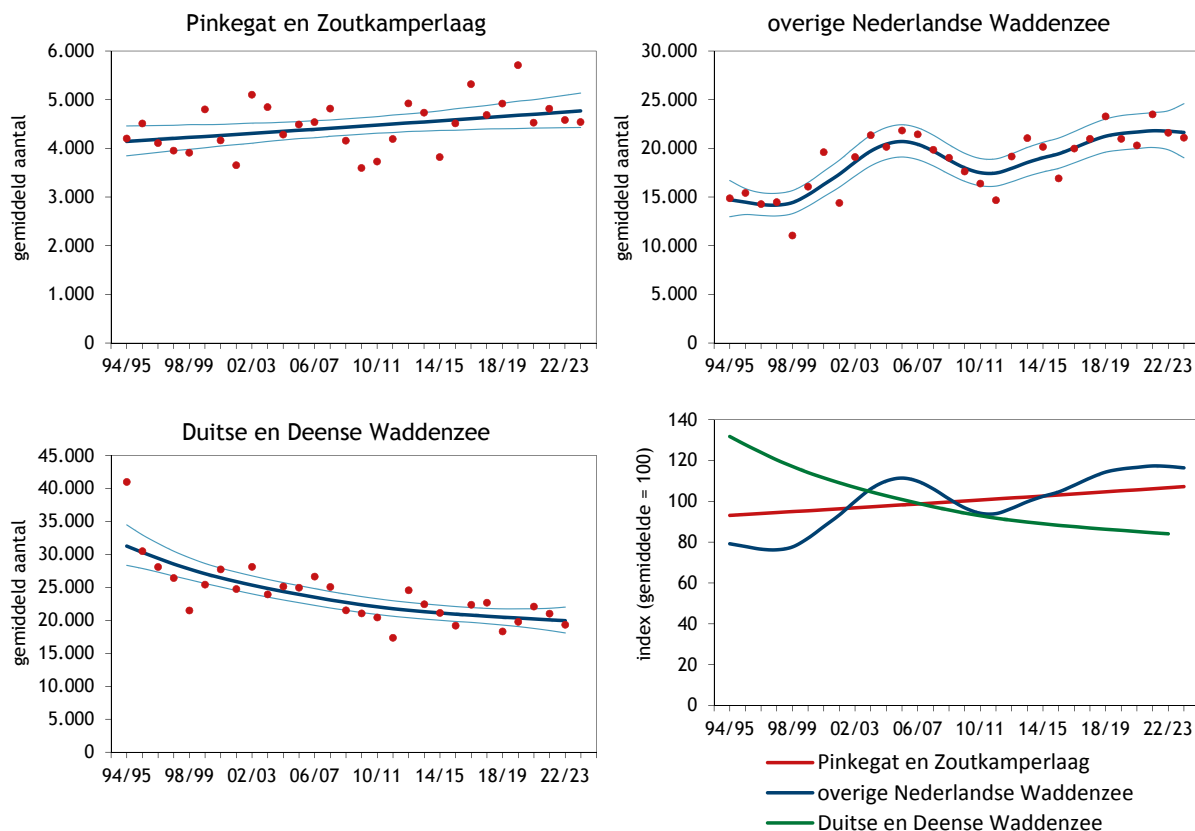
	Proxy/F1 afname	Proxy/F1 neutraal	Proxy/F1 toename
Vogelaantallen MLV negatiever dan elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV ontwikkelen gelijk als elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV positiever dan elders	1	1	3

Conclusie na invullen van de matrix: zowel in de winterperiode als in de nazomer zijn er geen meetbare veranderingen gevonden (1) die kunnen duiden op een negatief effect van de gaswinning (Tabel 9.8).

9.4.5 Zilverplevier

De trend van de aantallen Zilverplevieren in de Waddenzee en in het Pinkegat en Zoutkamperlaag neemt al langere tijd toe (Figuur 9.15; Tabel 9.9). In de Duitse Waddenzee neemt deze soort echter af (Kleefstra *et al.* 2022), terwijl de Oost-Atlantische flyway populatie op de lange termijn toegenomen is (van Roomen *et al.* 2025).

Zilverplevieren worden het hele jaar in de Nederlandse kustgebieden aangetroffen, met de hoogste aantallen tijdens de doortrekperiodes in augustus-november en mei. De Zilverplevier foerageert op bodemfauna en eet vooral zeeduizendpoten en in mindere mate andere soorten wormen en wadslakjes (Durell & Kelly 1990). De in Nederland doortrekkende en overwinterende vogels maken deel uit van de West-Siberische/



Figuur 9.15. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Zilverplevier in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Tabel 9.9. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Zilverplevier voor Pinkegat/ Zoutkamperlaag, overige Nederlandse Waddenzee, de Duitse en Deense Waddenzee voor de lange termijn (vanaf 1994/1995) en de MLV-winningsperiode (vanaf 2007/2008). 'Jaarverand' staat voor de proportionele verandering van de aantallen (waarbij 1 een stabiel niveau aangeeft).

Zilverplevier Label	Vanaf 1994/1995			Vanaf 2007/2008		
	Jaarverand	Symbool	Beoordeling	Jaarverand	Symbool	Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamperlaag	1.00	+	Matige toename	1.00	+	Matige toename
Overige Nederlandse Waddenzee	1.01	+	Matige toename	1.01	0	Stabiel
Duitse en Deense Waddenzee	0.98	-	Matige afname	0.99	-	Matige afname
Oost-Atlantische vliegroute	1.01*	+	Matige toename	0.99**	0	Stabiel

* Betreft de periode 1976-2023 (van Roomen *et al.* 2025) ** Betreft de periode 2014-2023 (van Roomen *et al.* 2025)

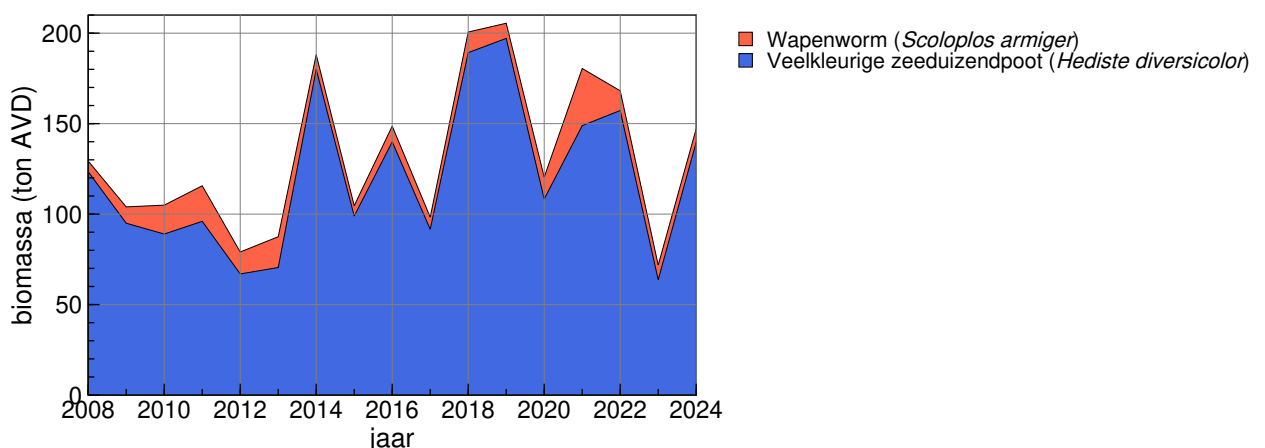


West-Europese & West-Afrikaanse Flyway; deze omvat broedvogels uit de hoog-arctische gebieden van Rusland. In Nederland verblijft buiten de broedtijd ca. 15% van de flyway-populatie (van Roomen *et al.* 2025). De toename in Nederland wordt vooral veroorzaakt door een positieve ontwikkeling in de Waddenzee; in de zoute Delta zijn de aantallen op de lange termijn stabiel (Hornman *et al.* 2024). Veranderingen binnen de West-Europese overwinteringsgebieden kunnen van invloed zijn op de in Nederland verschijnende aantallen. Een mogelijke verklaring voor de positieve aantalsontwikkeling in de Waddenzee is dat door het minder frequent optreden van winterse vorstperiodes als gevolg van klimaatverandering een groter aandeel van de vogels in Nederland blijft overwinteren in plaats van verder naar het zuiden en/of westen te trekken (Maclean *et al.* 2008). Onder deze verklaring

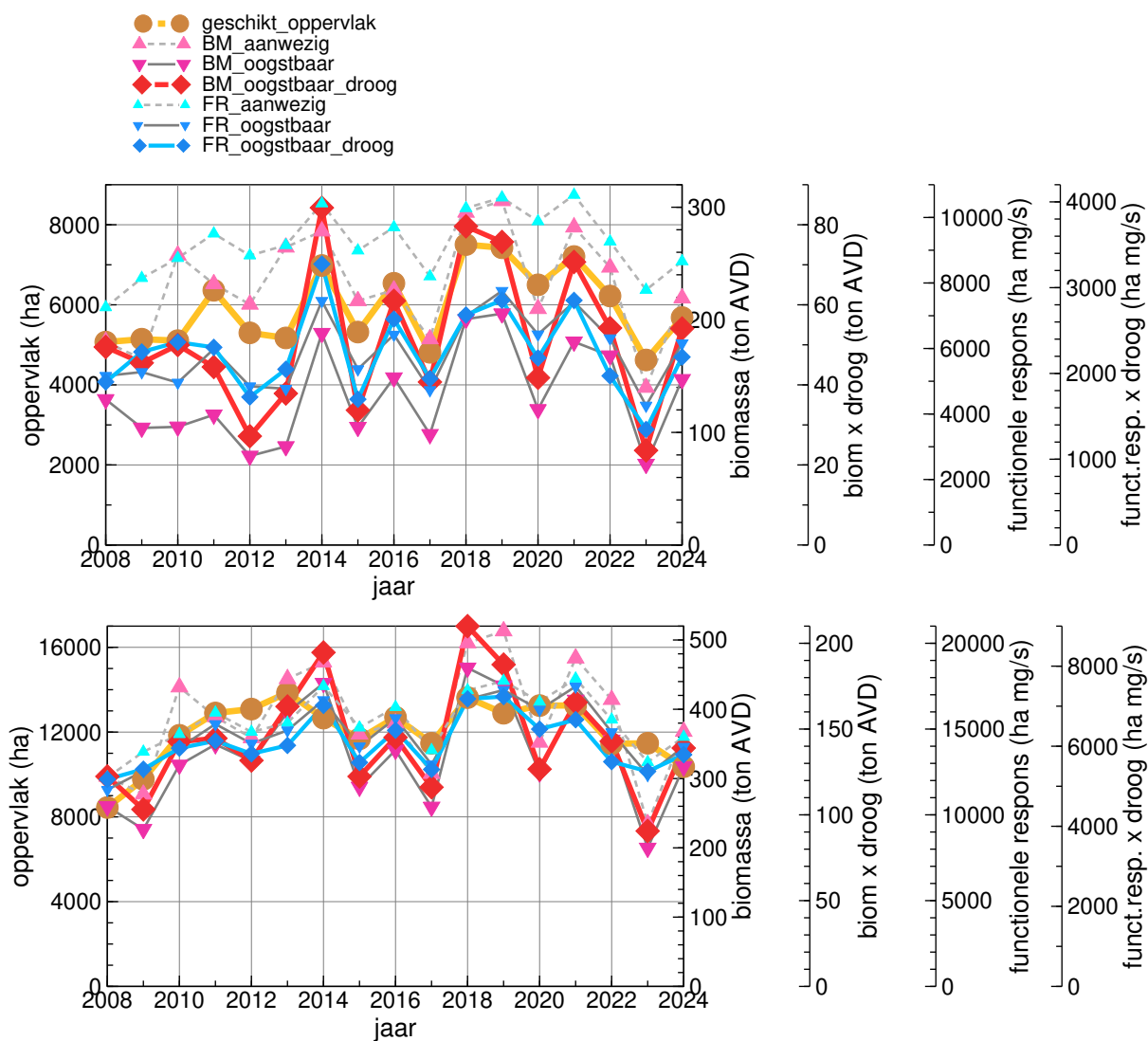
is de afname in Duitsland en Denemarken echter wel opmerkelijk.

Het contrast tussen de toename van Zilverplevieren in de Nederlandse Waddenzee en de populatie-ontwikkeling elders kan wijzen op een 'lokale' oorzaak. De Zeeduizendpoot is de belangrijkste prooi soort in veel gebieden, en een toename van de beschikbaarheid hiervan zou zo'n lokale factor kunnen vormen, maar dat is niet waarneembaar in de Wadmap resultaten (Figuur 9.16).

Er is een sterke onderlinge correlatie tussen de verschillende proxies en met name in het voorjaar is het patroon opvallend gelijk (Figuur 9.17). Geen van de proxies laat een trendmatige verandering zien (Bijlage II).



Figuur 9.16. Verloop van voor Zilverplevieren oogstbare biomassa bodemdieren in de winter in Pinkegat-Zoutkamperlaag voor de jaren 2008-2024.



Figuur 9.17. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Zilverplevier in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2024 in de winter (boven) en voorjaar (onder). De berekende trendwaardes voor de verschillende proxies en eventuele significantie staan in bijlage II.

Tabel 9.10. Weergave van beslissing matrix hoe monitoring resultaten vertaald kunnen worden naar uitspraken over meetbare van effecten, die mogelijk duiden op effecten van bodemdaling, waarbij 1 staat voor: Geen meetbare veranderingen. 2: Meetbare negatieve veranderingen. 3: Meetbare positieve veranderingen. Toegepast op de Zilverplevier: 1 Geen meetbare veranderingen.

	Proxy/F1 afname	Proxy/F1 neutraal	Proxy/F1 toename
Vogelaantallen MLV negatiever dan elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV ontwikkelen gelijk als elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV positiever dan elders	1	1	3

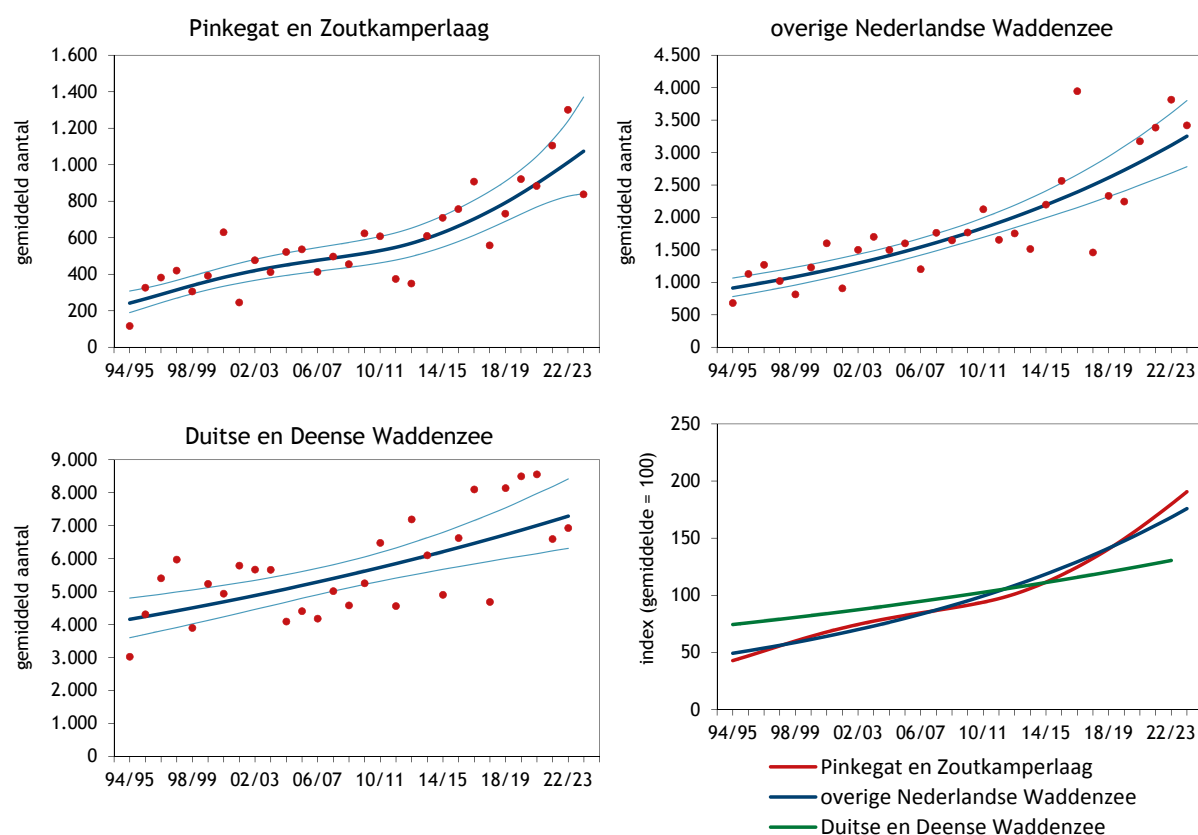
Conclusie na invullen van de matrix: zowel in de winterperiode, als in de nazomer zijn er geen meetbare veranderingen gevonden (1) die mogelijk kunnen duiden op een negatief effect van gaswinning (Tabel 9.10).

9.4.6 Bontbekplevier

Er is een duidelijke toename zichtbaar in het aantalsverloop voor Pinkegat en Zoutkamperlaag (Figuur 9.18), voor zowel de MLV-winningsperiode als de lange termijn trend (Tabel 9.11). Ook in de rest van de Nederlandse en in de Duitse en Deense Waddenzee neemt de Bontbekplevier toe. De trend voor het Pinkegat en Zoutkamperlaag is vergelijkbaar met die in omringende gebieden.

Bontbekplevieren in de Nederlandse Waddenzee behoren tot verschillende flyway-populaties. De ondersoort *hiaticula* omvat broedvogels uit West-Europa en

Zuid-Scandinavië, en *psammodromus* arctische broedvogels uit IJsland, Groenland en Canada. Broedvogels van noordelijk Eurazië behoren tot de ondersoort *tundrae* (Thies *et al.* 2018). Waarschijnlijk zijn de grootste aantallen doortrekkers in de Waddenzee in de rekenmaanden september en mei Scandinavische broedvogels uit deze laatste populatie. De recente trend voor *psammodromus* is stabiel, na een eerdere afname (van Roomen *et al.* 2025). De veel kleinere aantallen in de Waddenzee broedende en overwinterende Bontbekplevieren behoren tot de in aantal afnemende *hiaticula* populatie.



Figuur 9.18. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Bontbekplevier in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Tabel 9.11. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Bontbekplevier voor Pinkegat/ Zoutkamperlaag, overige Nederlandse Waddenzee, de Duitse en Deense Waddenzee en de Oost-Atlantische vliegroute voor de lange termijn (vanaf 1994/1995) en de MLV-winningsperiode (vanaf 2007/2008). 'Jaarverand' staat voor de proportionele verandering van de aantallen (waarbij 1 een stabiel niveau aangeeft).

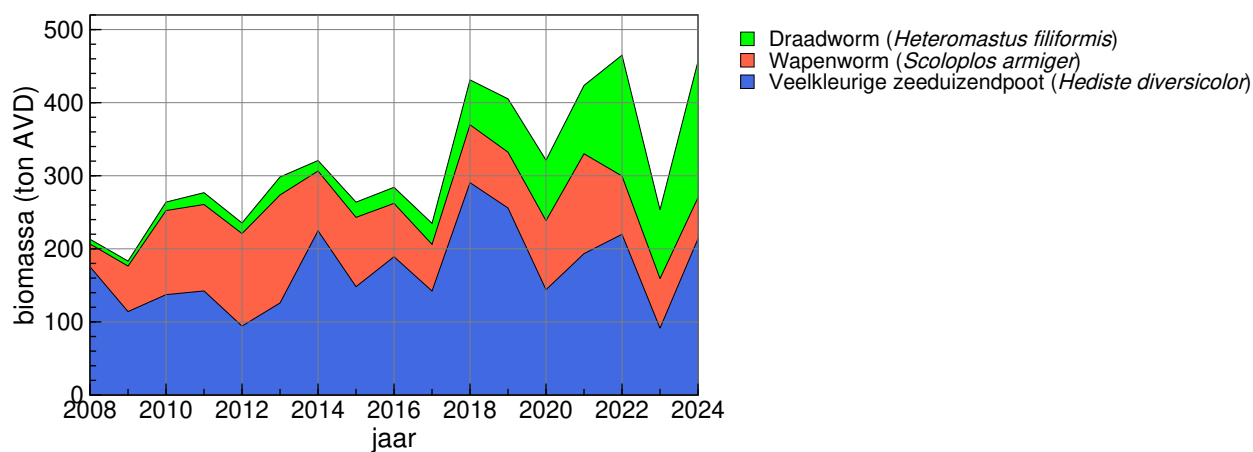
Bontbekplevier	Vanaf 1994/1995			Vanaf 2007/2008		
	Jaarverand	Symbool	Beoordeling	Jaarverand	Symbool	Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamperlaag	1.05	+	Matige toename	1.05	+	Matige toename
Overige Nederlandse Waddenzee	1.04	+	Matige toename	1.04	+	Matige toename
Duitse en Deense Waddenzee	1.02	+	Matige toename	1.02	+	Matige toename
Oost-Atlantische vliegroute, <i>hiaticula</i>	1.02*	+	Matige toename	0.99**	0	Stabiel
Oost-Atlantische vlieg., <i>psammodroma</i>	0.98*	-	Matige afname	0.97**	-	Matige afname

* Betreft de periode 1976-2023 (van Roomen *et al.* 2025) ** Betreft de periode 2014-2023 (van Roomen *et al.* 2025)

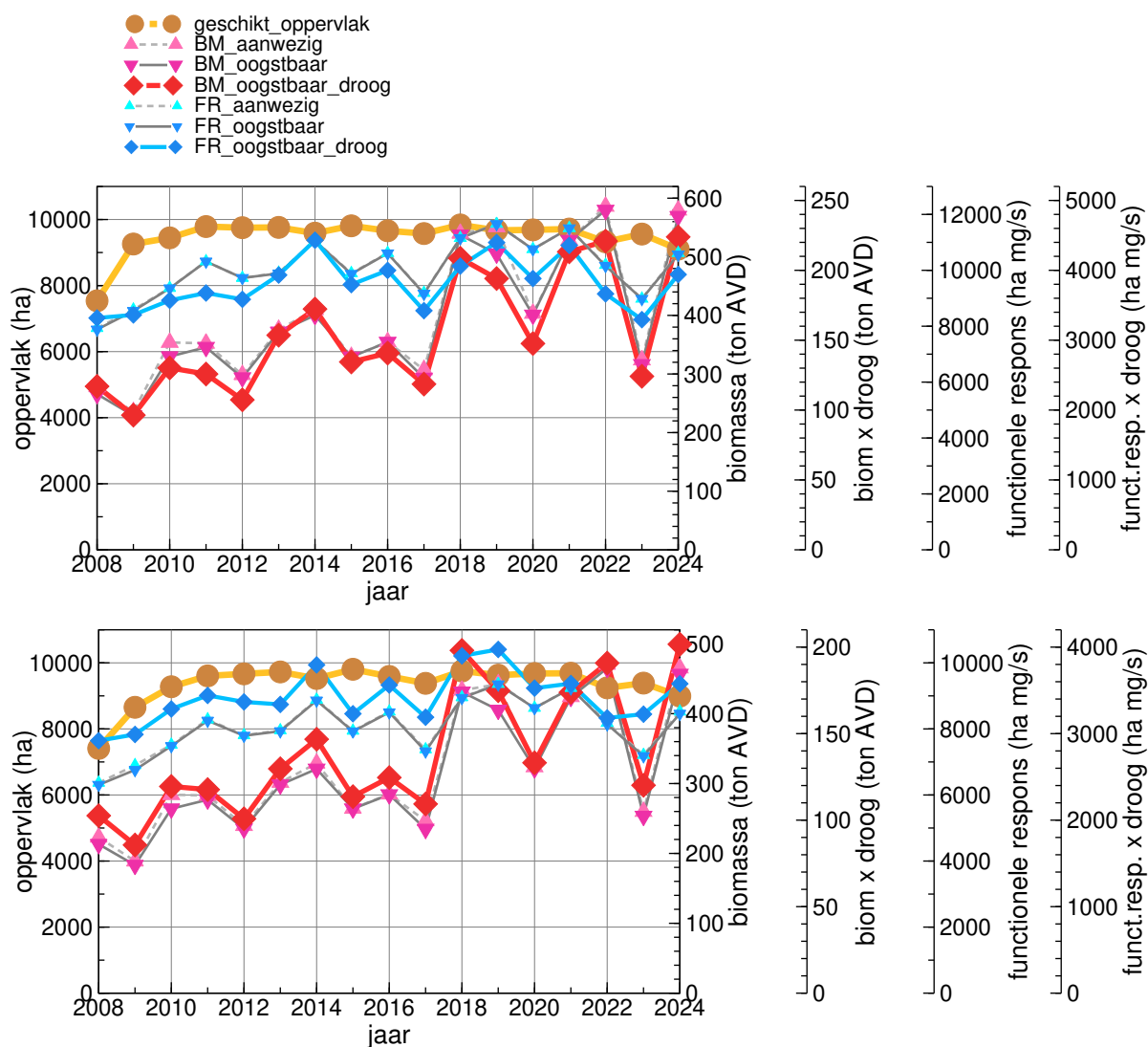


De Bontbekplevier is een echte wormeneter die naast Zeeduizendpoten en Wapenwormen ook relatief veel kleinere wormen eet zoals Draadwormen *Heteromastus* (Figuur 9.19). Net als de Zilverplevier zou de soort daarom kunnen profiteren van een toename hiervan. Inderdaad vertonen vijf van de zeven berekende proxies voor de Bontbekplevier een significante toenemende trend (zie Bijlage II en Figuur 9.19).

De verschillende proxies in het voorjaar en het najaar vertonen hoge onderlinge correlaties, en nagenoeg allemaal dezelfde (toenemende) trendrichting (zie Bijlage II voor details).



Figuur 9.19. Verloop van de met Wadmap berekende voor Bontbekplevieren in mei oogstbare biomassa in Pinkegat en Zoutkamperlaag in de periode 2008-2024.



Figuur 9.20. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Bontbekplevier in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2024 in de nazomer (boven) en het voorjaar (onder). De berekende trendwaardes voor de verschillende proxies en eventuele significantie staan in bijlage II.

Tabel 9.12. Weergave van beslissing matrix hoe monitoring resultaten vertaald kunnen worden naar uitspraken over meetbare van effecten, die mogelijk duiden op effecten van bodemdaling, waarbij 1 staat voor: Geen meetbare veranderingen. 2: Meetbare negatieve veranderingen. 3: Meetbare positieve veranderingen. Toegepast op de Bontbekplevier: 1 Geen meetbare veranderingen.

	Proxy/F1 afname	Proxy/F1 neutraal	Proxy/F1 toename
Vogelaantallen MLV negatiever dan elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV ontwikkelen gelijk als elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV positiever dan elders	1	1	3

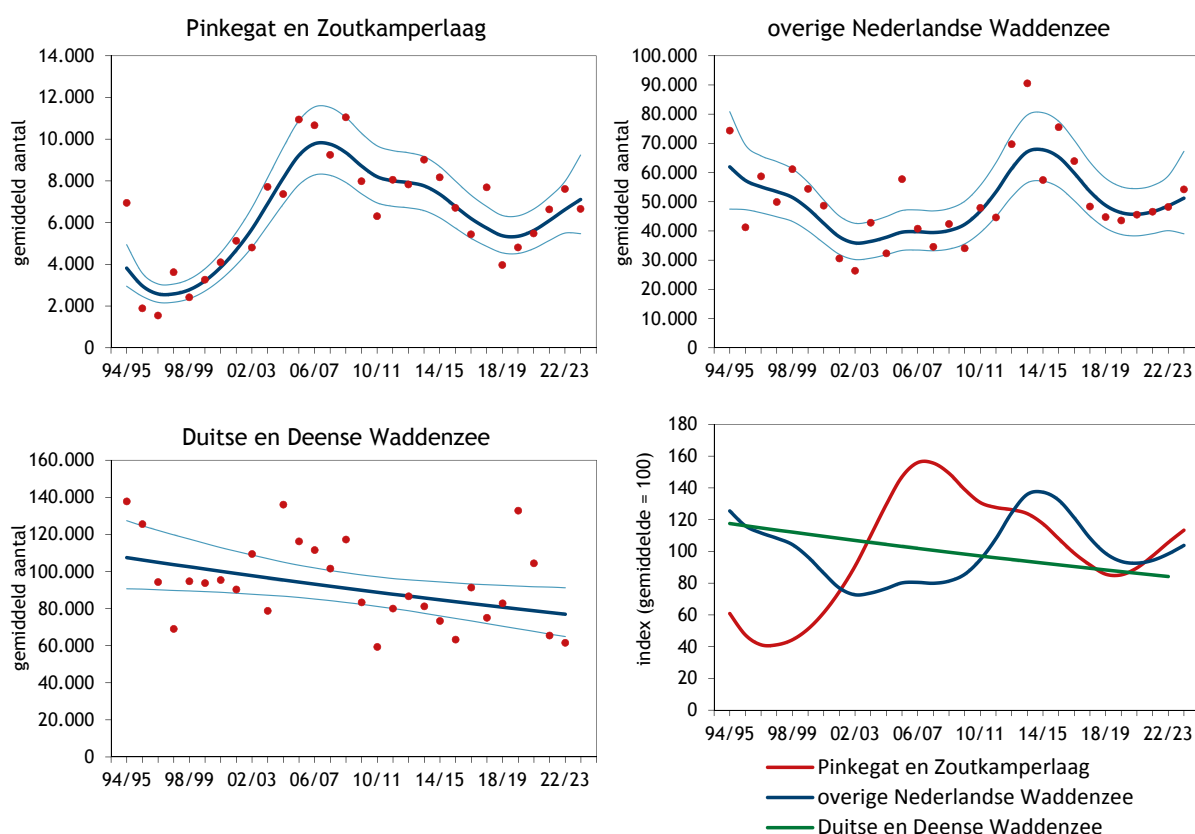
Conclusie na invullen van de matrix: zowel in de winterperiode, als in de nazomer zijn er geen meetbare veranderingen gevonden (1) die mogelijk kunnen duiden op een negatief effect van gaswinning (Tabel 9.12).

9.4.7 Kanoet

In de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag laat de lange termijn trend een matige toename zien, terwijl die over de MLV-winningsperiode als stabiel wordt beoordeeld (Figuur 9.21). In de Nederlandse Waddenzee worden de aantallen als stabiel beoordeeld, zowel over de MLV-winningsperiode als de lange termijn (Tabel 9.13). In Nedersaksen zijn de aantallen stabiel en in Sleeswijk-Holstein zien we de laatste jaren weer een toename (Kleefstra *et al.* 2022). De lange termijn trend in de rest van de Nederlandse

Waddenzee als stabiel wordt beoordeeld, terwijl de Duitse en Deense Waddenzee een matige afname is vastgesteld (Tabel 9.13).

De Kanoetstrandloper heeft twee ondersoorten die gebruik maken van de Waddenzee. De ondersoort *islandica* broedt op de toendra van Groenland en Canada en overwintert in West-Europa (Piersma 2007). De ondersoort *canutus* broedt op de Siberische toendra, trekt in de nazomer en het voorjaar door in de Nederlandse Waddenzee en overwintert in Afrika



Figuur 9.21. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Kanoet in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Tabel 9.13. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Kanoet voor Pinkegat/ Zoutkamperlaag, overige Nederlandse Waddenzee, de Duitse en Deense Waddenzee en de totale populatie van de ondersoorten *islandica* en *canutus* voor de lange termijn (vanaf 1994/1995) en de MLV-winningsperiode (vanaf 2007/2008). 'Jaarverand' staat voor de proportionele verandering van de aantallen (waarbij 1 een stabiel niveau aangeeft).

Kanoet	Vanaf 1994/1995			Vanaf 2007/2008		
Label	Jaarverand	Symbool	Beoordeling	Jaarverand	Symbool	Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamperlaag	1.02	+	Matige toename	0.98	0	Stabiel
Overige Nederlandse Waddenzee	0.99	0	Stabiel	1.02	0	Stabiel
Duitse en Deense Waddenzee	0.99	-	Matige afname	0.99	-	Matige afname
Oost-Atlantische vliegrouete (<i>islandica</i>)	1.01*	+	Matige toename	0.97**	-	Matige afname
Oost-Atlantische vliegrouete (<i>canutus</i>)	0.98*	-	Matige afname	0.93**	-	Matige afname

* Betreft de periode 1976-2023 (van Roemen *et al.* 2025) ** Betreft de periode 2014-2023 (van Roemen *et al.* 2025)

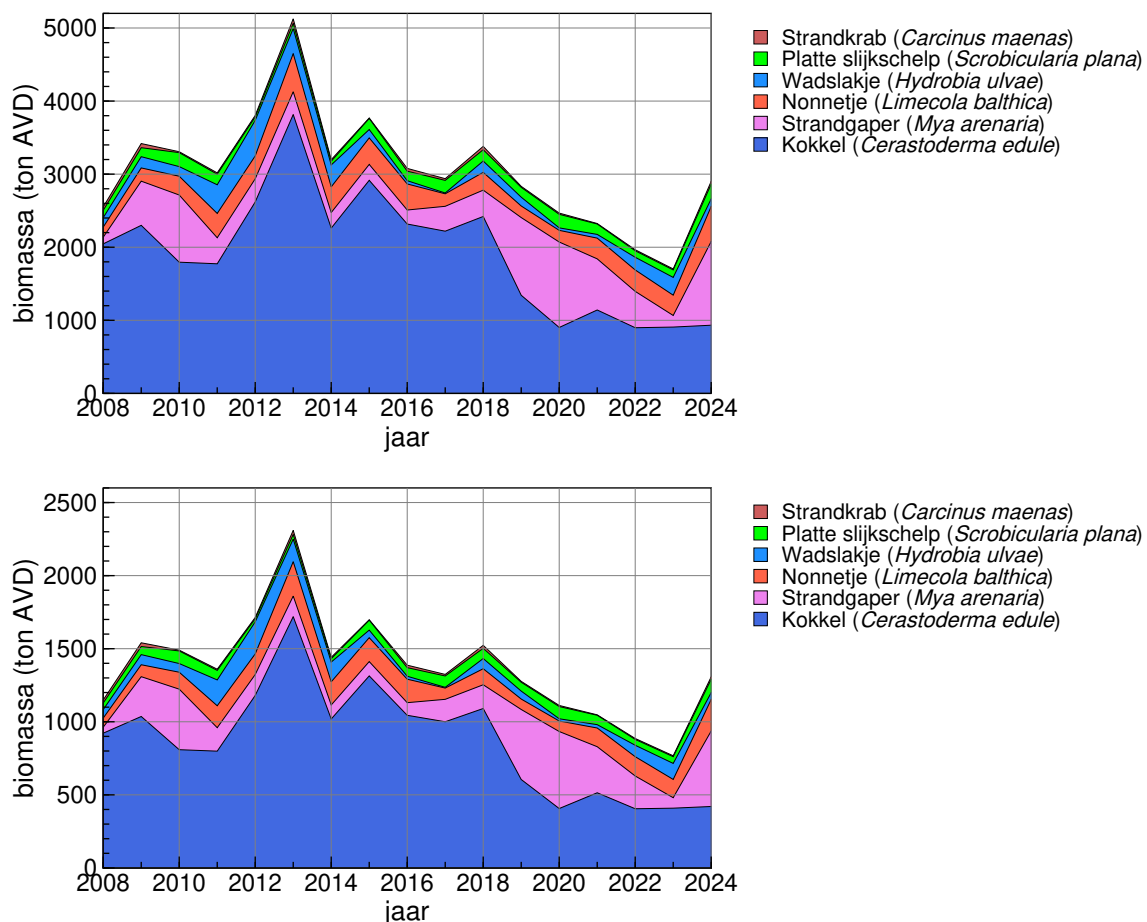
(Piersma *et al.* 1992). In het voorjaar wordt vooral de Duitse Waddenzee als tussenstop gebruikt. De totale populatie van de ondersoort *islandica* lijkt na een toename stabiel, terwijl de ondersoort *canutus* afneemt (Tabel 9.13).

Gemiddeld genomen verblijven er veel meer Kanoeten in het westelijke deel van de Nederlandse Waddenzee dan in het oostelijke deel (Ens *et al.* 2009b). In de periode 1990-2006 namen de aantallen in het westen steeds verder af, terwijl de aantallen in het oosten zo sterk toenamen dat er op het laatst zelfs gemiddeld meer Kanoeten in het oosten dan in het westen voorkwamen. Die toename is ook goed terug te zien in het aantalsverloop in Pinkegat en Zoutkamperlaag (Figuur 9.21). Het verschil in aantalsverloop viel samen met het herstel van schelpdierbestanden na de overbevising rond 1990 (Ens 2006). Schelpdieren als Kokkel en Mossel namen snel toe in de oostelijke Waddenzee en ook het Nonnetje was veel talrijker in de oostelijke Waddenzee na 1997 (Ens *et al.* 2009b). De schaarste aan Nonnetjes in de westelijke Waddenzee in die periode betekende dat Kokkels het hoofdvoedsel vormden

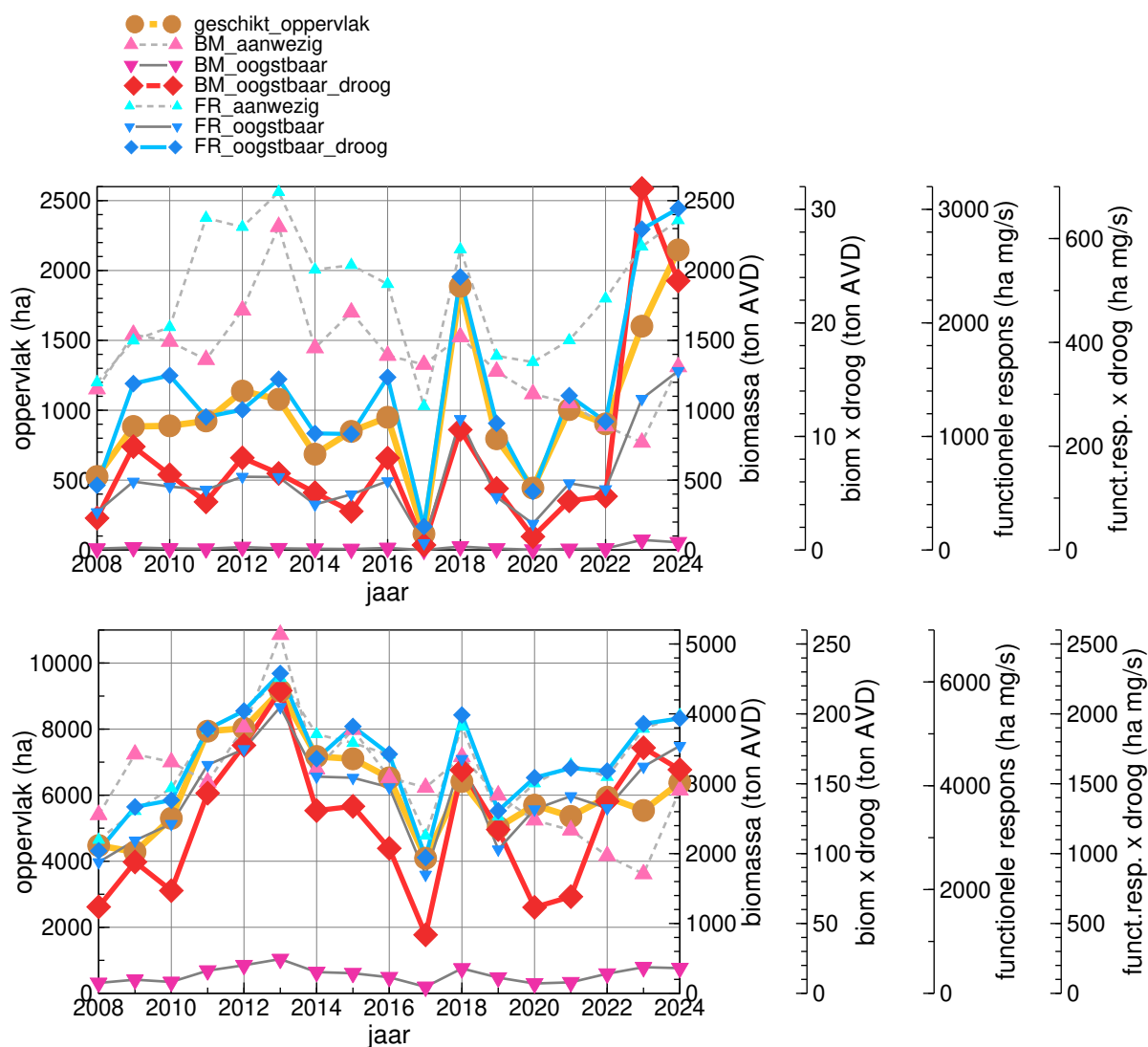
(van Gils *et al.* 2006). De afname van geschikte Kokkels in de periode 1996-2006 in de westelijke Waddenzee ging gepaard met een afname van Kanoeten aldaar (Kraan *et al.* 2009).

Tussen 2012 en 2014 vond een herstel plaats van het Nonnetje in de westelijke Waddenzee (Compton *et al.* 2016), waardoor het gebied waarschijnlijk aantrekkelijker werd voor de Kanoet. In het Pinkegat en Zoutkamperlaag is de beschikbare biomassa van Nonnetjes nagenoeg gelijk gebleven, maar voornamelijk de Kokkel laat vanaf 2013 een afname in biomassa zien en vanaf 2020 lijkt de biomassa hiervan stabiel, maar op een lager niveau (Figuur 9.22).

Voor de Kanoet zijn de onderlinge correlaties tussen de proxies redelijk hoog. Net als in de vorige rapportage (Duijns *et al.* 2024b) laat één proxy zowel in de winter als najaar een negatieve trend zien, *BMAanw* (Figuur 9.23 en Bijlage II). De toename in biomassa aanwezig voor de Kanoet in 2024 zorgt dus vooralsnog niet voor een andere beoordeling van de proxy-trend.



Figuur 9.22. Verloop van de voor Kanoeten aanwezige biomassa in Pinkegat en Zoutkamperlaag in de periode 2008-2024 voor nazomer (boven) en winter (onder).



Figuur 9.23. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Kanoet in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2024 in de winter (boven) en de nazomer (onder). De berekende trendwaardes voor de verschillende proxies en eventuele significantie staan in bijlage II.

Tabel 9.14. Weergave van beslissing matrix hoe monitoring resultaten vertaald kunnen worden naar uitspraken over meetbare van effecten, die mogelijk duiden op effecten van bodemdaling, waarbij 1 staat voor: Geen meetbare veranderingen. 2: Meetbare negatieve veranderingen. 3: Meetbare positieve veranderingen. Toegepast op de Kanoet: 2 Meetbare negatieve veranderingen

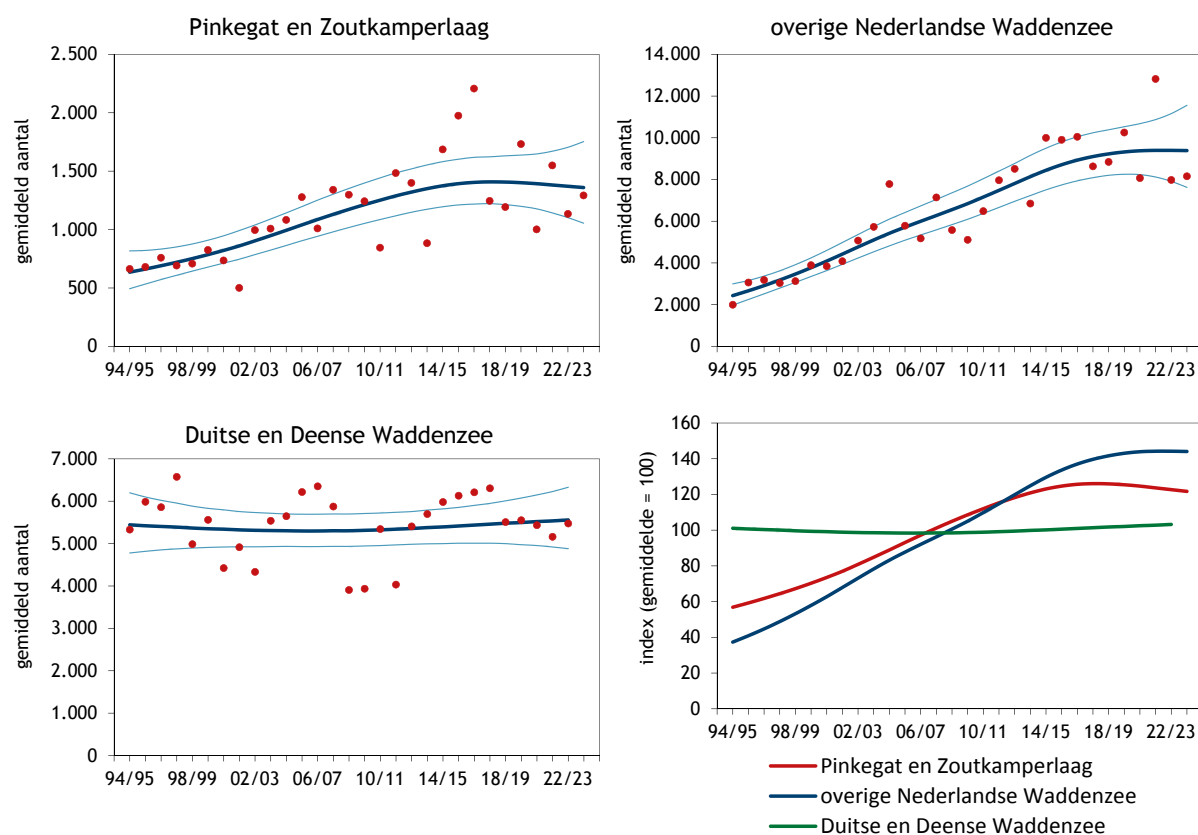
	Proxy/F1 afname	Proxy/F1 neutraal	Proxy/F1 toename
Vogelaantallen MLV negatiever dan elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV ontwikkelen gelijk als elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV positiever dan elders	1	1	3

Conclusie na doorlopen van de matrix: zowel in de winterperiode, als in de nazomer zijn er meetbare veranderingen gevonden (2) die mogelijk kunnen duiden op een negatief effect van de gaswinning (Tabel 9.14).

9.4.8 Drieteenstrandloper

Vanaf 1994/1995 is er sprake van een duidelijke toename van de aantallen Drieteenstrandlopers in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag (Figuur 9.24). Vanaf 2008 is er meer variatie waarneembaar en de trend uit de MLV-winningsperiode wordt als stabiel wordt beoordeeld, terwijl deze in de rest van de Waddenzee als matige toename wordt beoordeeld (Tabel 9.15). In de Nederlandse Waddenzee als geheel nemen de aantallen Drieteenstrandlopers al jaren toe, in tegenstelling tot de Duitse en Deense Waddenzee, waar ze fluctueren en de trend als stabiel wordt beoordeeld (Kleefstra *et al.* 2022). De toename in de Nederlandse Waddenzee komt overeen met

de toename van de totale populatie langs de Oost-Atlantische trekweg, met jaarlijks 3% sinds 1979 (van Roomen *et al.* 2025), al is de korte termijn trend van deze populatie nu zelfs negatief en is de groei er dus uit. In de winter zijn Drieteenstrandlopers veelal te vinden langs de zandstranden van de Noordzeekust, waar ze als kenmerkende witte bolletjes de oplopende en wegtrekkende golven volgen waar ze foerageren op ingegraven wormen en aangespoelde schelpdieren. Andere voedselbronnen zijn wormen, strandvlooien, kleine kreeftachtigen, kleine Garnalen, insecten en zelfs aas. In de Waddenzee vormen Gewone Garnalen de belangrijkste voedselbron (Penning *et al.* 2022).



Figuur 9.24. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Drieteenstrandloper in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

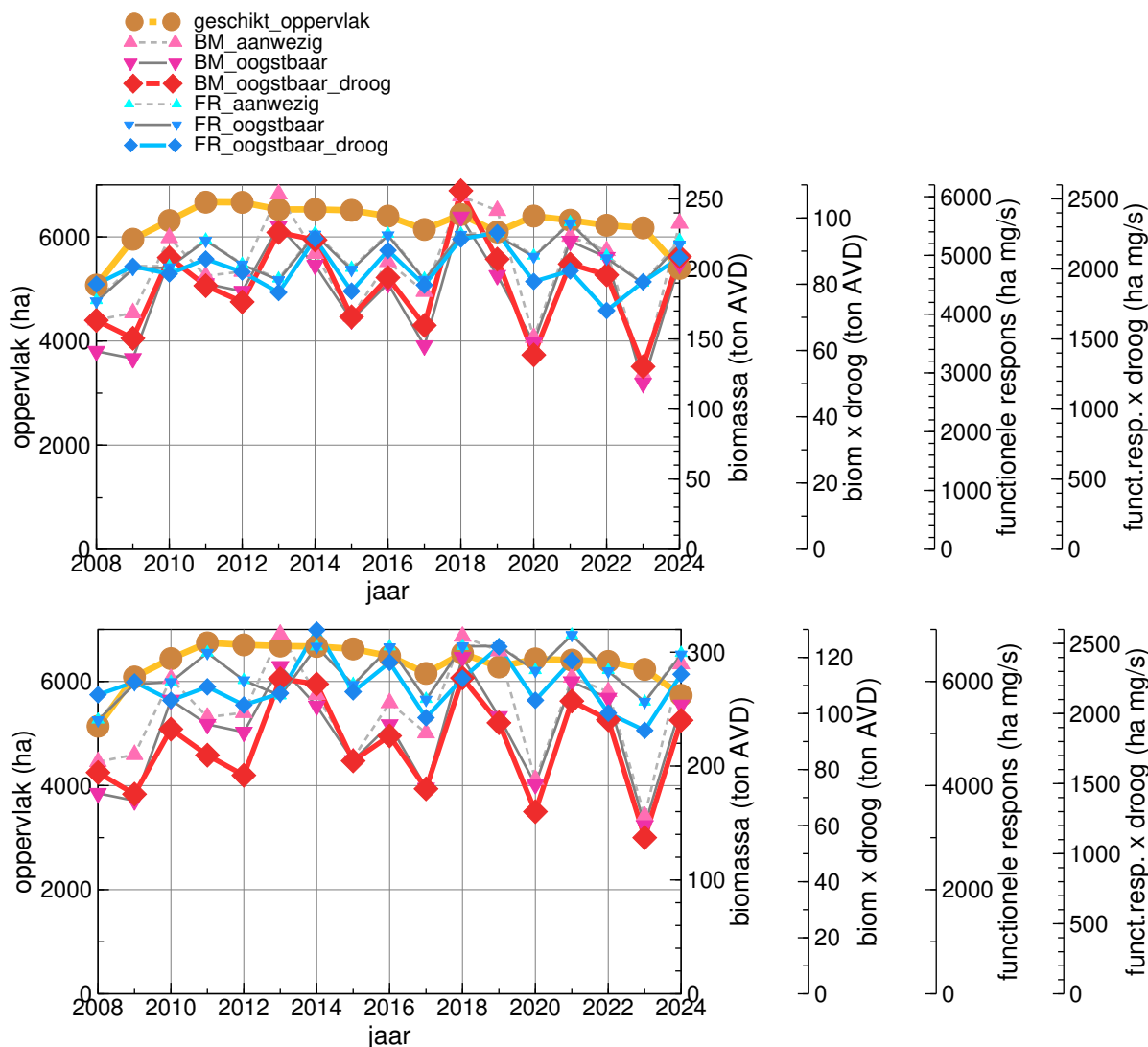
Tabel 9.15. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Drieteenstrandloper voor Pinkegat/ Zoutkamperlaag, overige Nederlandse Waddenzee, de Duitse en Deense Waddenzee en de populatie langs de Oost-Atlantische vliegroute voor de lange termijn (vanaf 1994/1995) en de MLV-winningsperiode (vanaf 2007/2008). 'Jaarverand' staat voor de proportionele verandering van de aantallen (waarbij 1 een stabiel niveau aangeeft).

Drieteenstrandloper				Vanaf 2007/2008		
Label	jaarverand	Symbool	Beoordeling	jaarverand	Symbool	Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamperlaag	1.03	+	Matige toename	1.01	0	Stabiel
Overige Nederlandse Waddenzee	1.05	+	Matige toename	1.02	+	Matige toename
Duitse en Deense Waddenzee	1.00	0	Stabiel	1.010	0	Stabiel
Oost-Atlantische vliegroute (NW Eur)	1.02*	+	Matige toename	0.97**	-	Matige afname

* Betreft de periode 1976-2023 (van Roomen *et al.* 2025) ** de periode 2014-2023 (van Roomen *et al.* 2025)

In Nederland gaat de toename van de populatie gepaard met een verandering in habitatkeus. Was de Drieteenstrandloper vroeger vooral een vogel van het Noordzeestrand, tegenwoordig wordt de soort meer en meer op het (zandige) wad in de Waddenzee gezien (van Turnhout & van Roomen 2008, Penning 2023).

Voor de Drieteenstrandloper is een zeer hoge onderlinge correlatie tussen de proxies. Geen van de Wadmap proxies laat een negatieve trend zien (Figuur 9.25 en Bijlage II). Echter, in de SEM analyse is er wel een negatieve trend gevonden in de latente variabele F (zie 8.3) voor de maanden Mei en September voor deelgebied Ameland (figuur 7.1).



Figuur 9.25. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Drieteenstrandloper in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2024 in het voorjaar (boven) en in de nazomer (onder). De berekende trendwaardes voor de verschillende proxies en eventuele significantie staan in Bijlage II.

Tabel 9.16. Weergave van beslissing matrix hoe monitoring resultaten vertaald kunnen worden naar uitspraken over meetbare van effecten, die mogelijk duiden op effecten van bodemdaling, waarbij 1 staat voor: Geen meetbare veranderingen. 2: Meetbare negatieve veranderingen. 3: Meetbare positieve veranderingen. Toegepast op de Drieteenstrandloper: 2 Meetbare negatieve veranderingen.

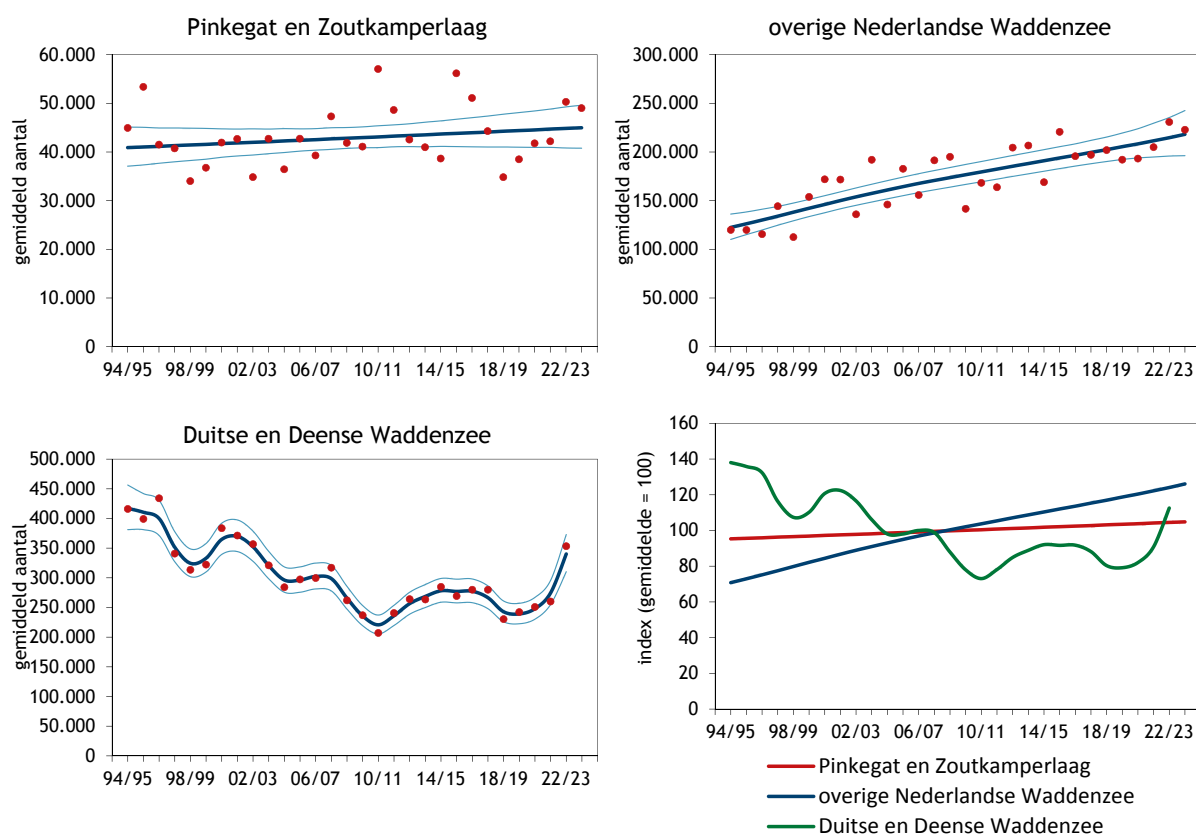
	Proxy/F1 afname	Proxy/F1 neutraal	Proxy/F1 toename
Vogelaantallen MLV negatiever dan elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV ontwikkelen gelijk als elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV positiever dan elders	1	1	3

Conclusie na doorlopen van de matrix: zowel in de winterperiode, als in de nazomer zijn er meetbare veranderingen gevonden (2) die mogelijk kunnen duiden op een negatief effect van de gaswinning (Tabel 9.16).

9.4.9 Bonte Strandloper

In de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag zijn zowel gedurende de MLV-winningsperiode als de lange termijn de aantallen Bonte Strandlopers stabiel (Figuur 9.26). Deze beoordeling contrasteert met de trend voor de rest van de Nederlandse Waddenzee, die een matige toename laat zien, voor zowel de MLV-winningsperiode als de lange termijn. In de Duitse en Deense Waddenzee nemen de aantallen al jaren af (Kleefstra *et al.* 2022), al laat de trend van de MLV-winningsperiode een matige toename zien (Tabel 9.17). Het overgrote deel van de ‘bontjes’ in de Waddenzee

behoort tot de in Scandinavië en Noord-Rusland broedende en in Europa overwinterende ondersoort *alpina*, waarvan de populatie na een eerdere afname, nu als matig toenemend wordt beoordeeld (van Roomen *et al.* 2025). Het andere deel broedt op IJsland, de Britse eilanden en rond de Oostzee (ondersoort *C. a. schinzii*). Bij *C. a. schinzii* worden drie deelpopulaties onderscheiden, in Nederland komen vogels van de kleine 880-1.600 vogels tellende populatie voor die broedt in Zuid-Scandinavië en de Baltische staten. Welk percentage daarvan in Nederland verblijft is niet bekend.



Figuur 9.26. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Bonte Strandloper in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Tabel 9.17. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Bonte Strandloper voor Pinkegat/ Zoutkamperlaag, rest Nederlandse Waddenzee, de Duitse en Deense Waddenzee en de populatiegrootte van de ondersoort *alpina* langs de Oost-Atlantische vliegroute voor de lange termijn (vanaf 1994/1995) en de MLV-winningsperiode (vanaf 2007/2008). ‘Jaarverand’ staat voor de proportionele verandering van de aantallen (waarbij 1 een stabiel niveau aangeeft).

Bonte Strandloper				Vanaf 1994/1995			Vanaf 2007/2008		
Label	jaarverand	Symbool	Beoordeling	jaarverand	Symbool	Beoordeling	jaarverand	Symbool	Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamperlaag	1.00	0	Stabiel	1.00	0	Stabiel	1.00	0	Stabiel
Overige Nederlandse Waddenzee	1.02	+	Matige toename	1.02	+	Matige toename	1.02	+	Matige toename
Duitse en Deense Waddenzee	0.99	-	Matige afname	1.02	+	Matige toename	1.02	+	Matige toename
Oost-Atlantische vliegroute, ssp. <i>alpina</i>	1.01*	+	Matige toename	1.01**	+	Matige toename	1.01**	+	Matige toename

* Betreft de periode 1976-2023 (van Roomen *et al.* 2025) ** Betreft de periode 2014-2023 (van Roomen *et al.* 2025)

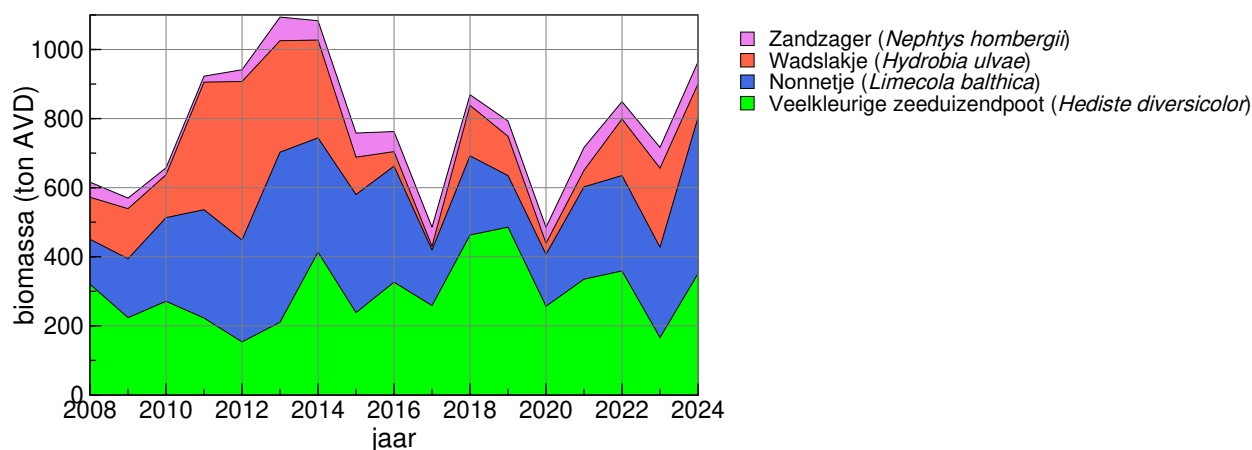


De stabiele situatie voor Bontjes in Pinkegat en Zoutkamperlaag wijkt af van de overige Nederlandse Waddenzee. De verklaring kan liggen in het feit dat het op populatieniveau langzaam achteruit gaat voor deze soort (van Roomen *et al.* 2025), maar dat het beschikbare voedsel in Pinkegat en Zoutkamperlaag over de lange termijn redelijk stabiel is gebleven, al zijn er grote jaarlijkse variaties in dichtheden (Figuur 9.27). De Bonte Strandloper foerageert op bodemfauna en eet voornamelijk wormen, kleine schelpdieren en kreeftachtigen.

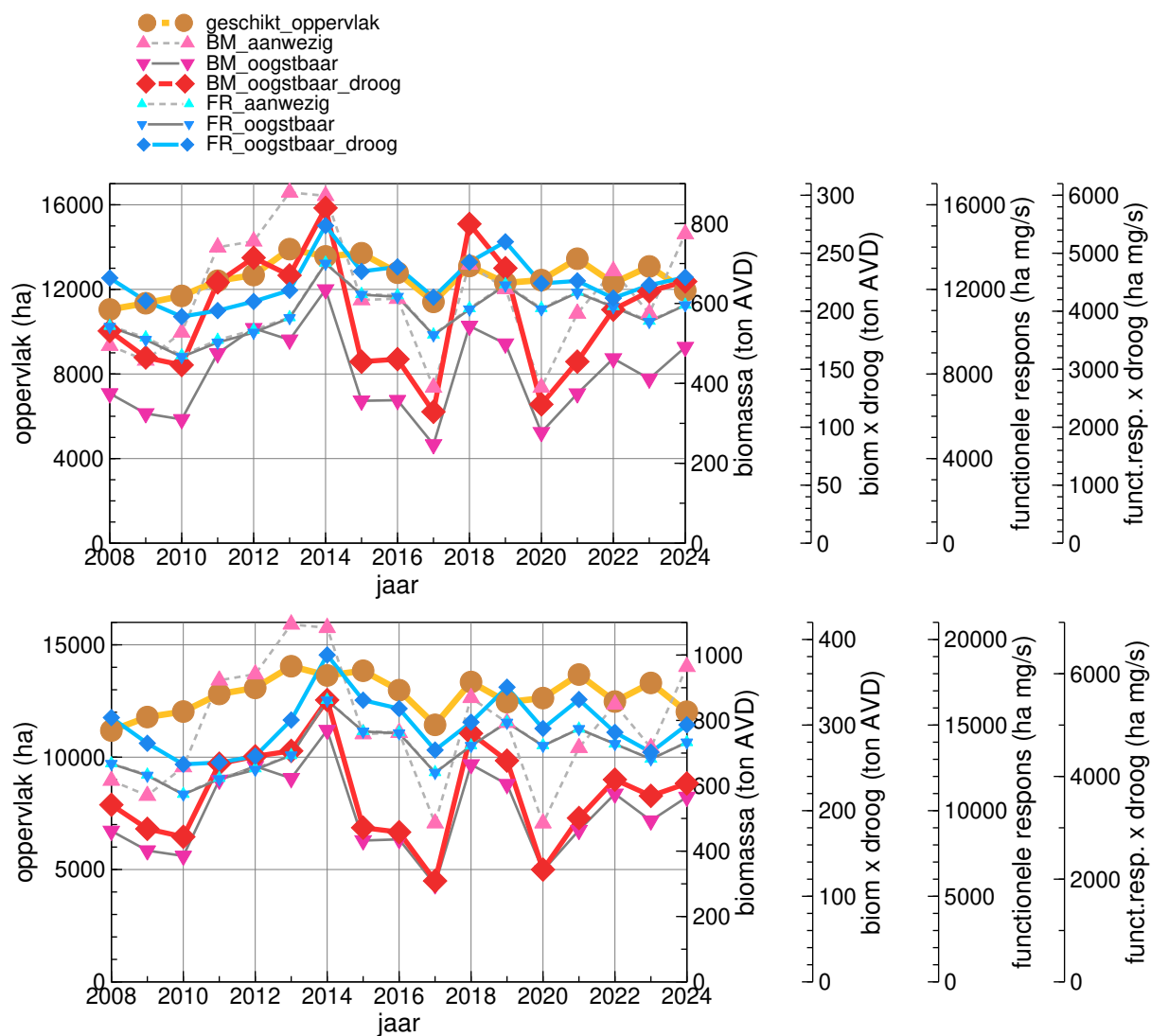
Een andere mogelijke verklaring voor de toename van Bonte Strandlopers in de Nederlandse Waddenzee kan wellicht zijn dat een verschuiving heeft plaatsgevonden van het Duitse en Deense deel van de Waddenzee naar het Nederlandse deel. Voor de Baltische ondersoort

schinzii is een afname in overleving aangetoond, wat erop duidt dat daar veranderingen hebben plaatsgevonden die de populatieomvang negatief beïnvloeden, al blijven de oorzaken van deze afname onduidelijk (Pakanen & Thorup 2016).

In beide seizoenen zijn de verschillende proxies sterk gecorreleerd en twee proxies (*FRaanw* en *FRoogst*) laten in zowel voor- als najaar een significante toename zien in Pinkegat en Zoutkamperlaag (Figuur 9.28 en Bijlage II). Opvallend is een vergelijking met de SEM analyse. De SEM proxy laat een toenemende trend zien voor de maand Mei in deelgebied Friese kust oost, terwijl voor de maanden Mei en September is geen trend gevonden in de SEM analyse. Desalniettemin zien we een afwijkende trend voor het MLV gebied in vergelijking met de rest van de Waddenzee.



Figuur 9.27. Verloop van de voor Bonte Strandlopers aanwezige biomassa in Pinkegat en Zoutkamperlaag in de nazomer voor periode 2008-2024.



Figuur 9.28. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Bonte Strandloper in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2024 in het voorjaar (boven) en de nazomer (onder). De berekende trendwaardes voor de verschillende proxies en eventuele significantie staan in bijlage II.

Tabel 9.18. Weergave van beslissing matrix hoe monitoring resultaten vertaald kunnen worden naar uitspraken over meetbare van effecten, die mogelijk duiden op effecten van bodemdaling op effecten van bodemdaling, waarbij 1 staat voor: Geen meetbare veranderingen. 2: Meetbare negatieve veranderingen. 3: Meetbare positieve veranderingen. Toegepast op de Bonte Strandloper: 1 Geen meetbare veranderingen.

	Proxy/F1 afname	Proxy/F1 neutraal	Proxy/F1 toename
Vogelaantallen MLV negatiever dan elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV ontwikkelen gelijk als elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV positiever dan elders	1	1	3

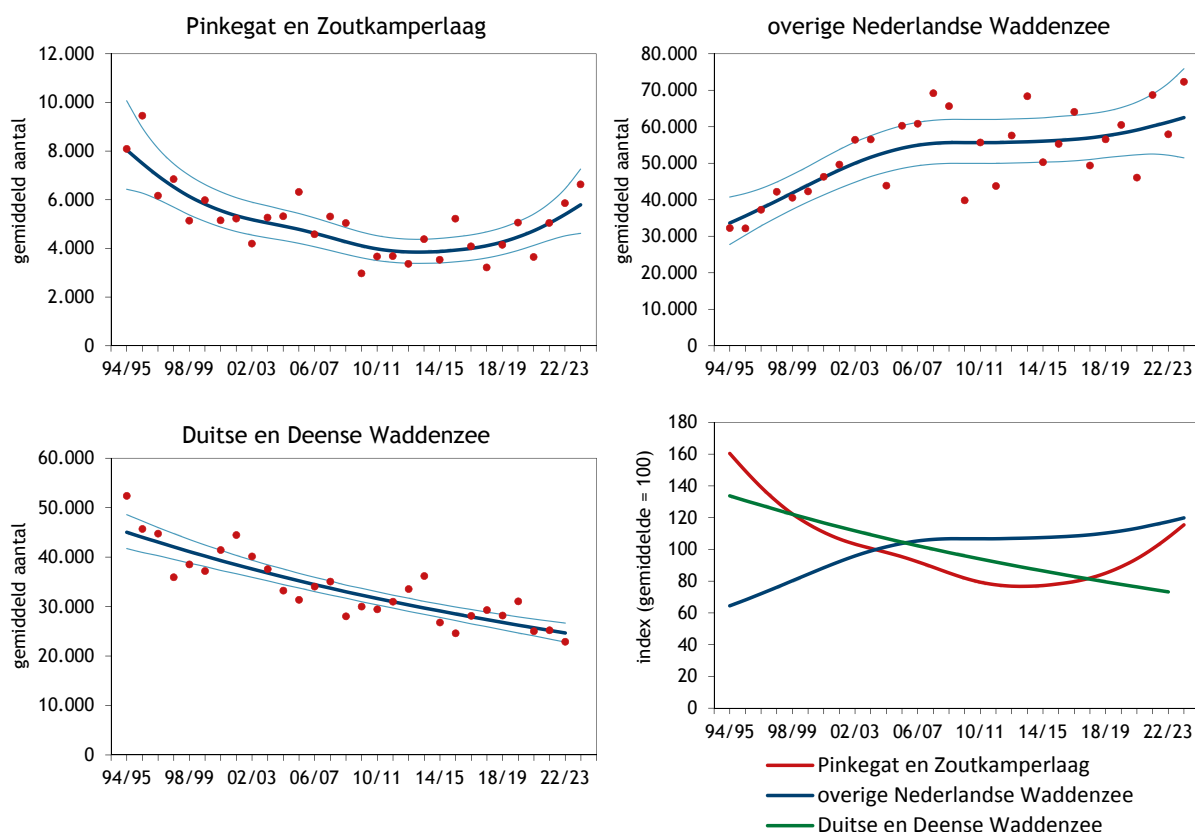
Conclusie na het invullen van de matrix: zowel in de winterperiode als in de nazomer zijn er geen meetbare veranderingen gevonden (1) die mogelijk kunnen duiden op een negatief effect van de gaswinning (Tabel 9.18).

9.4.10 Rosse Grutto

De aantallen Rosse Grutto's in het bodemdalingsgebied Pinkegat en Zoutkamperlaag laten een matige afname zien vanaf 1994/1995 (Figuur 9.29), maar over de MLV-winningsperiode is de trend matig toenemend (Tabel 9.19). In de rest van de Nederlandse Waddenzee is laat deze soort een matige toename zien. In de Duitse en Deense Waddenzee nemen Rosse Grutto's al langere tijd af (Tabel 8.19; Kleefstra *et al.* 2022).

Hoe deze 'regionale' trends (gebaseerd op seizoensgemiddelden) zich verhouden tot de ontwikkeling van

de flywaypopulatie als geheel is moeilijk te beoordelen doordat in de Nederlandse Waddenzee een mix van twee populaties voorkomt (Duijns *et al.* 2009). In Nederland overwinterende Rosse Grutto's die behoren tot de westelijke ondersoort *lapponica*, waarvan de populatie over de lange termijn in omvang is toegenomen maar op de korte termijn een afname laat zien (van Roomen *et al.* 2025). In het voorjaar en de nazomer doen ook belangrijke aantallen van de in Siberië broedende en in Afrika overwinterende ondersoort *taymyrensis* de Waddenzee aan. Deze (grotere) populatie neemt al langere tijd af (van Roomen *et al.* 2025). In de



Figuur 9.29. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Rosse Grutto in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Tabel 9.19. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Rosse Grutto voor Pinkegat/ Zoutkamperlaag, rest Nederlandse Waddenzee, Duitse en Deense Waddenzee en de populatie-aantallen langs Oost-Atlantische vliegroute voor de lange termijn (vanaf 1994/1995) en de MLV-winningsperiode (vanaf 2007/2008). 'Jaarverand' staat voor de proportionele verandering van de aantallen (waarbij 1 een stabiel niveau aangeeft).

Rosse Grutto		Vanaf 1994/1995		Vanaf 2007/2008		
Label	jaarverand	Symbool	Beoordeling	jaarverand	Symbool	Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamperlaag	0.99	-	Matige afname	1.02	+	Matige toename
Rest Nederlandse Waddenzee	1.02	+	Matige toename	1.01	0	Stabiel
Duitse en Deense Waddenzee	0.98	-	Matige afname	0.98	-	Matige afname
Oost-Atlantische vliegr., <i>lapponica</i>	1.01*	+	Matige toename	0.98**	-	Matige afname
Oost-Atlantische vliegr., <i>taymyrensis</i>	0.98*	-	Matige afname	0.95**	-	Matige afname

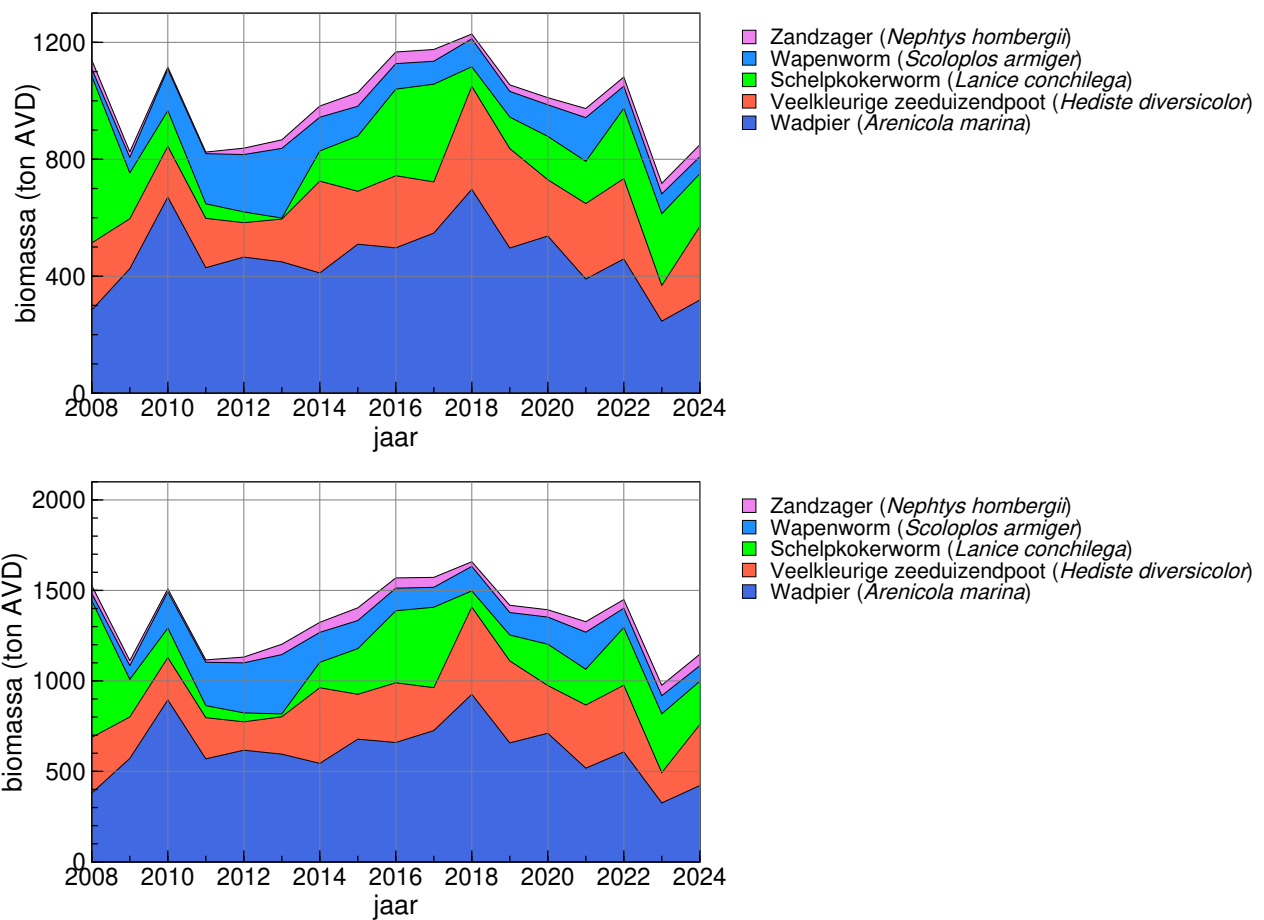
* Betreft de periode 1976-2023 (van Roomen *et al.* 2025) ** Betreft de periode 2014-2023 (van Roomen *et al.* 2025)

rekenmaand mei vormen doortrekkende *taymyrensis* vermoedelijk de meerderheid van de aanwezige vogels; in augustus is de verdeling wellicht meer gelijk (Duijns *et al.* 2012), al zijn er recente aanwijzingen op basis van DNA studies, dat een deel van de *taymyrensis* ook overwintert in de Waddenzee (Conklin *et al.* 2024).

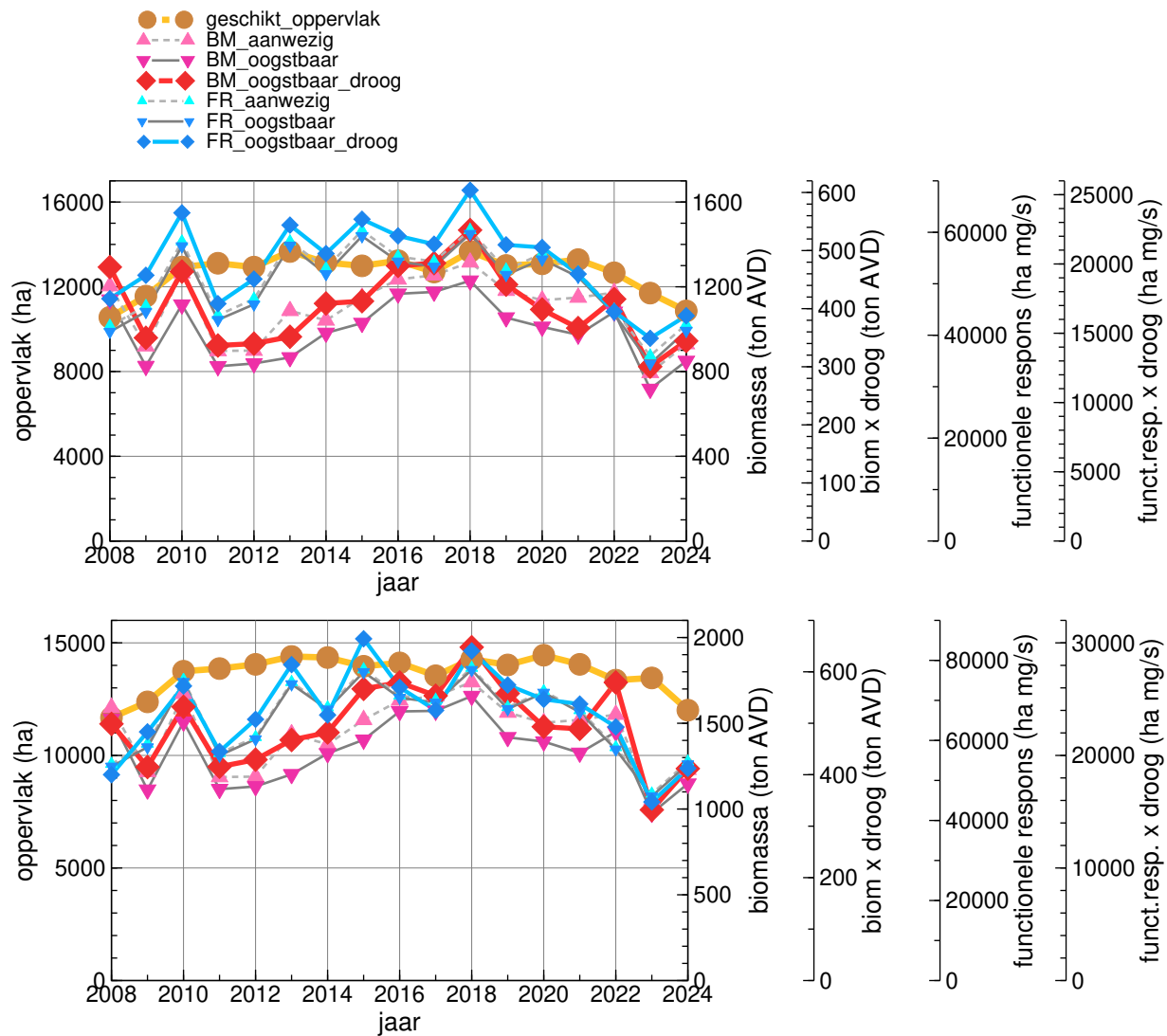
De belangrijke prooi-soorten voor Rosse Grutto's zijn de Wadpier *Arenicola marina* en de Zeeduizendpoot *Hediste diversicolor* (Duijns *et al.* 2013), die in het Pinkegat en Zoutkamperlaag behoorlijk fluctueren (Figuur 9.30). Zeeduizendpooten zijn vooral in de winter belangrijk als voedsel en Wadpieren in voor- en najaar, wanneer zij door hun gedrag meer beschikbaar zijn aan het oppervlak (Duijns *et al.* 2015). Rakhimberdiev en collega's (2018) lieten zien dat de jaarlijkse

overlevingskans van *taymyrensis* Rosse Grutto's gecorreleerd is met hun opvetsnelheid tijdens de voorjaars-stopover in de Waddenzee, die op zijn beurt weer samenhangt met het aanbod van Wadpieren. De toename van Wadpieren in de Nederlandse Waddenzee biedt daarmee enige buffering voor het vermoedelijk negatieve effect van klimaatverandering in de arctische broedgebieden. Gezien de afnemende trend van de *taymyrensis*-populatie lijkt dit mitigatie-effect echter niet voldoende te zijn.

Ook voor de Rosse Grutto is er in beide seizoenen sprake van een sterke onderlinge correlatie tussen de proxies, en er is geen systematische verandering in het niveau van de proxies vastgesteld (Figuur 9.31, Bijlage II).



Figuur 9.30. Verloop van de voor Rosse Grutto's oogstbare biomassa in Pinkegat en Zoutkamperlaag in de periode 2008-2024 voor voorjaar (boven) en zomer (onder).



Figuur 9.31. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Rosse Grutto in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2024 in het voorjaar (boven) en de zomer (onder). De berekende trendwaarden voor de verschillende proxies en eventuele significantie staan in bijlage II.

Tabel 9.20. Weergave van beslissing matrix hoe monitoring resultaten vertaald kunnen worden naar uitspraken over meetbare van effecten, die mogelijk duiden op effecten van bodemdaling, waarbij 1 staat voor: Geen meetbare veranderingen. 2: Meetbare negatieve veranderingen. 3: Meetbare positieve veranderingen. Toegepast op de Rosse Grutto: 1 Geen meetbare veranderingen.

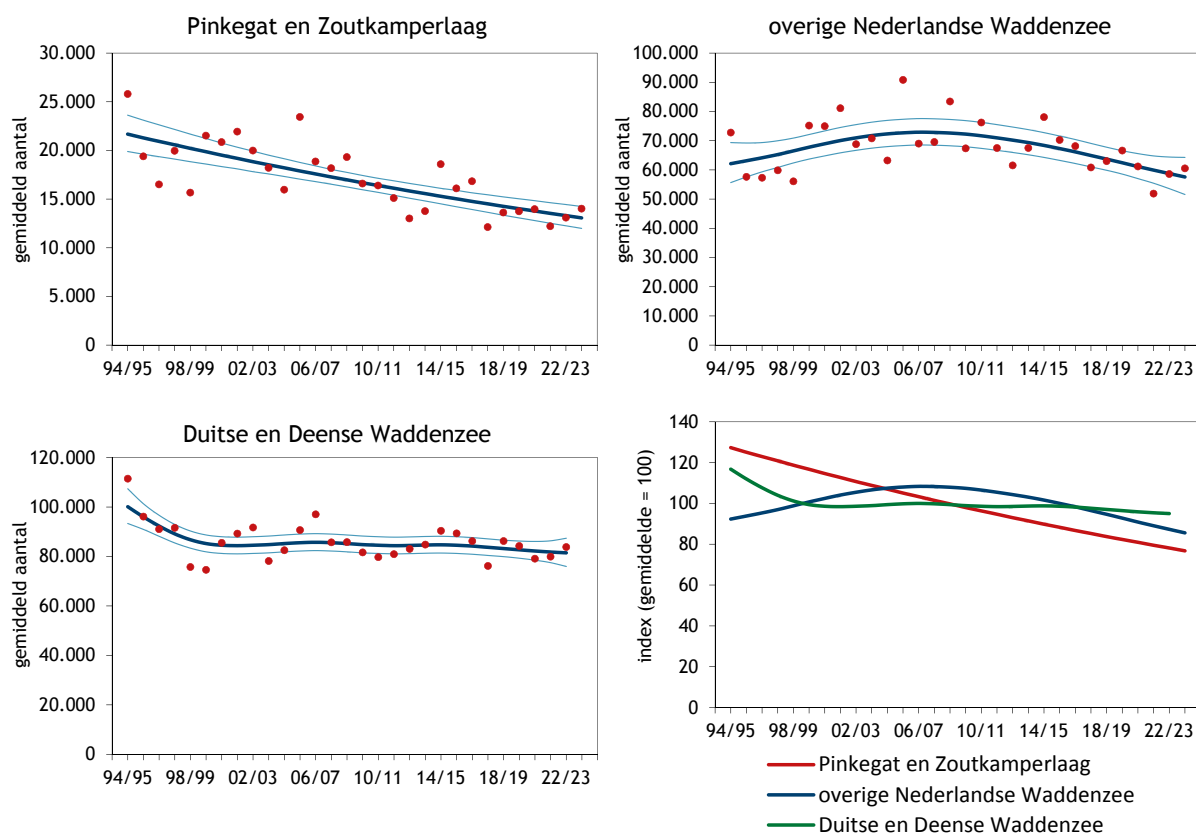
	Proxy/F1 afname	Proxy/F1 neutraal	Proxy/F1 toename
Vogelaantallen MLV negatiever dan elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV ontwikkelen gelijk als elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV positiever dan elders	1	1	3

Conclusie na het invullen van de matrix: zowel in het voorjaar, als in de zomer zijn er geen meetbare veranderingen gevonden (1) die mogelijk kunnen duiden op een negatief effect van de gaswinning (Tabel 9.20).

9.4.11 Wulp

Van de enkele duizenden paren Wulpen die tot broeden komen in Nederland trekken de meeste in het najaar weg. Echter arriveren er dan meer dan honderdduizend Wulpen uit noordelijkere streken in Nederland om hier de winter door te brengen of een energievoorraad op te bouwen voor een verdere trektocht naar het zuiden. Ongeveer driekwart van deze vogels verblijft in het Waddengebied, waar wordt gevoerageerd op een breed scala aan ongewervelden zoals wormen, kreeftachtigen en schaaldieren. Nederland is één van de belangrijkste landen voor overwinterende Wulpen binnen Europa: gedurende de winter verblijft hier ~25 % van de flyway-populatie.

In de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag nemen de aantallen Wulpen lange tijd af, terwijl in de rest van de Nederlandse Waddenzee de lange termijn-trend stabiel is (Figuur 9.32, Tabel 9.21), maar over de MLV-winningsperiode matig afnemend is. In de internationale Waddenzee is er ook een matige afname te zien op de lange termijn, maar er zijn opvallende verschillen tussen landen (van Roomen *et al.* 2025; zie ook Tabel 9.21). Sinds 2008 verloopt de aantalsontwikkeling in Pinkegat en Zoutkamperlaag parallel aan die in de rest van de Nederlandse Waddenzee, maar dus iets ongunstiger dan in onze buurlanden.



Figuur 9.32. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Wulp in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Tabel 9.21. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Wulp voor Pinkegat/Zoutkamperlaag, overige Nederlandse Waddenzee, de Duitse en Deense Waddenzee en de Oost-Atlantische vliegrouete voor de lange termijn (vanaf 1994/1995) en de MLV-winningsperiode (vanaf 2007/2008). 'Jaarverand' staat voor de proportionele verandering van de aantallen (waarbij 1 een stabiel niveau aangeeft).

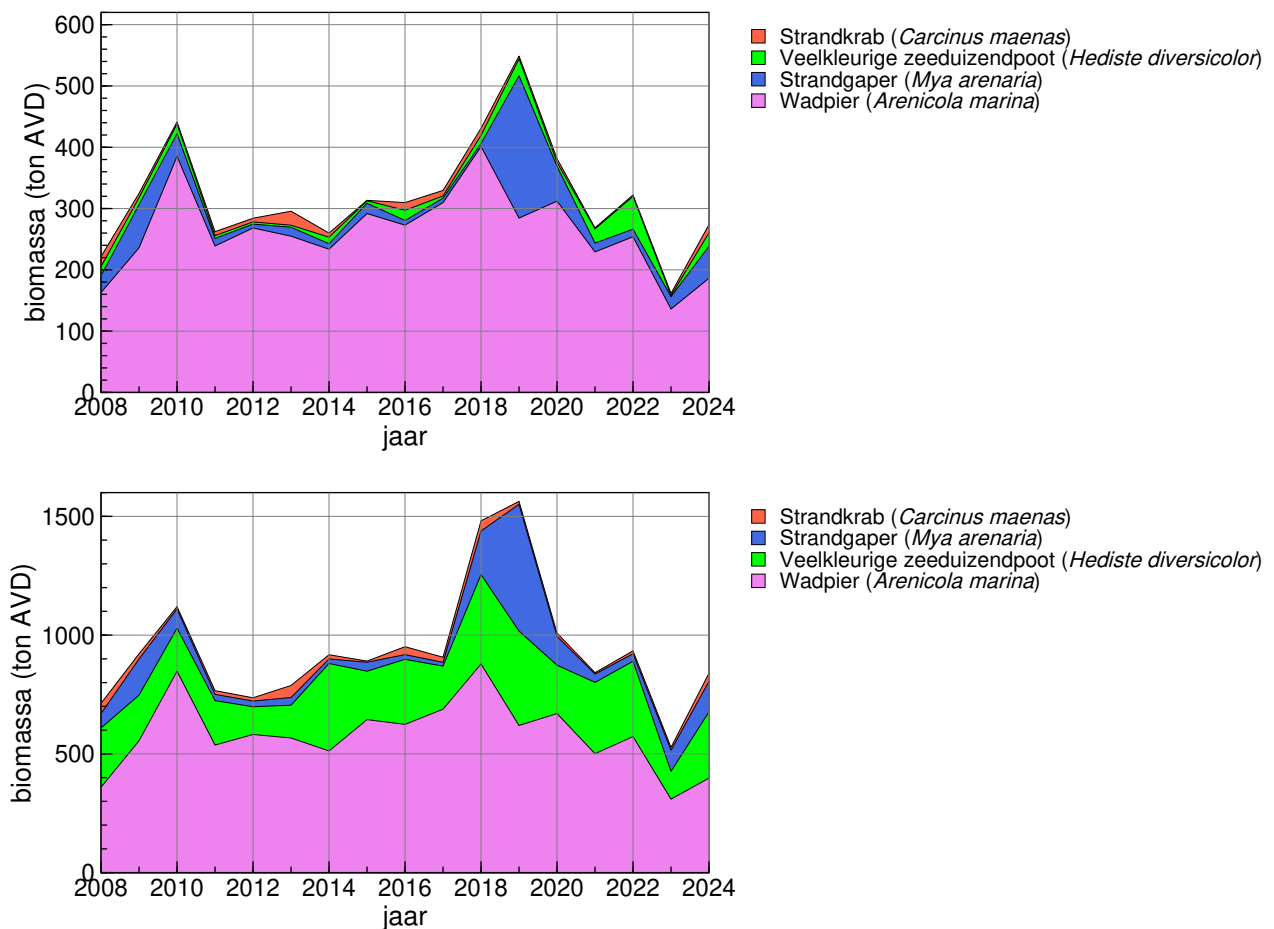
Wulp	Vanaf 1994/1995			Vanaf 2007/2008		
	jaarverand	Symbool	Beoordeling	jaarverand	Symbool	Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamperlaag	0.98	-	Matige afname	0.98	-	Matige afname
Overige Nederlandse Waddenzee	1.00	0	Stabiel	0.98	-	Matige afname
Duitse en Deense Waddenzee	0.99	-	Matige afname	1.00	0	Stabiel
Oost-Atlantische vliegrouete (NW Eur)	0.99*	-	Matige afname	1.00**	0	Stabiel

* Betreft de periode 1976-2023 (van Roomen *et al.* 2025) ** Betreft de periode 2014-2023 (van Roomen *et al.* 2025)

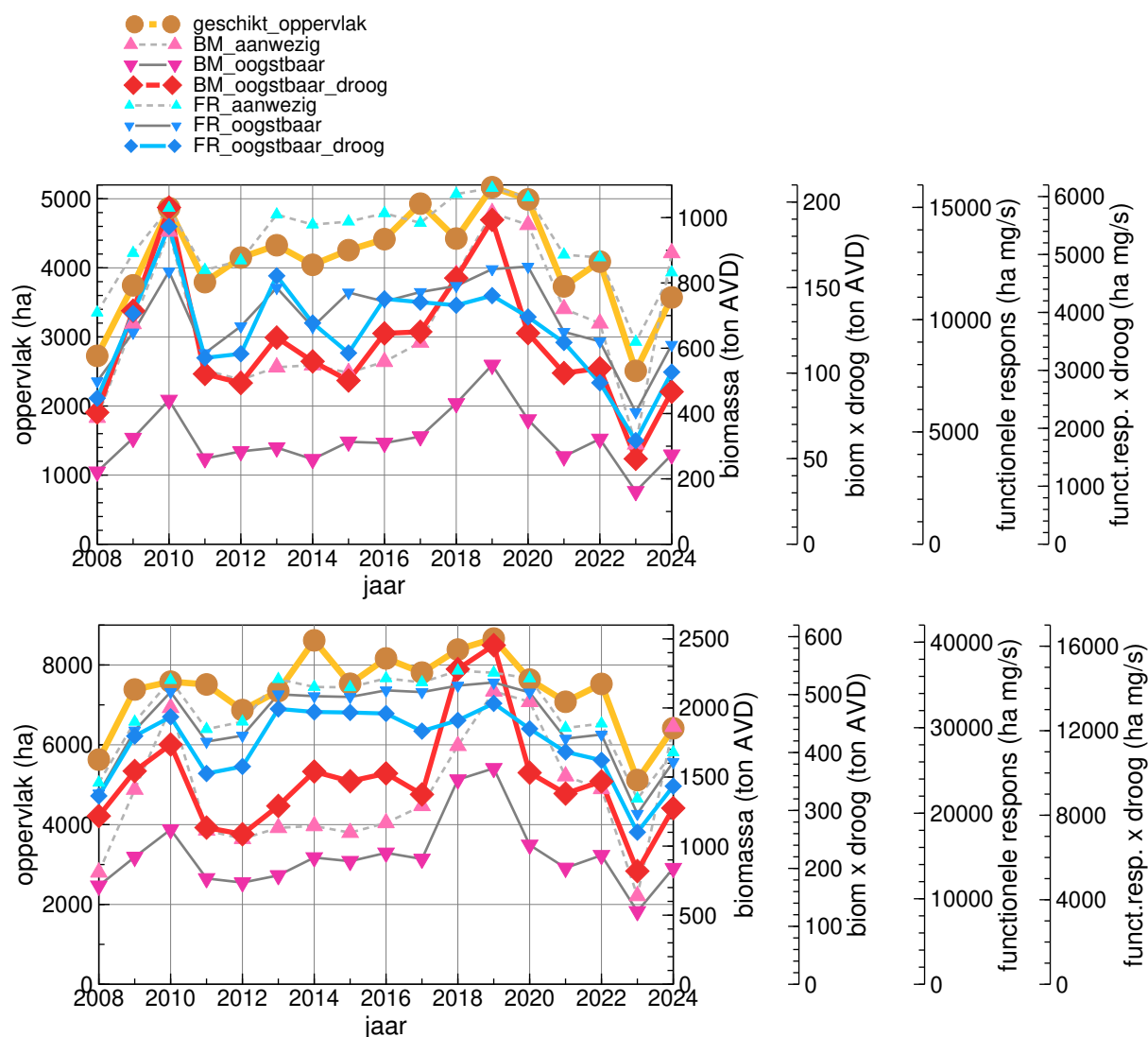
Er zijn niet direct aanwijzingen dat het voedselaanbod verslechtert in Pinkegat en Zoutkamperlaag, al fluctueert het aanbod tussen de jaren (Figuur 9.33). Overigens vormen de weilanden ook een belangrijk voedselgebied (Navedo *et al.* 2019). Het voedselaanbod in de weilanden is echter geen onderdeel van de monitoring, zodat hier geen conclusies over kunnen worden getrokken. De Wulp is veruit de schuwste wadvogel met de grootste opvliegafstand voor mensen (Spaans *et al.* 1996, Krijgsveld *et al.* 2022), zodat lokale veranderingen in het verstoringslandschap grote gevolgen kunnen hebben. Er is geen systematische monitoring

van lokale veranderingen in het verstoringslandschap, maar in de periode 2015-2017 is de dijk op Ameland versterkt en de werkzaamheden bleken veel grotere gevolgen te hebben voor de overtuigende vogels dan eerder voorspeld. Wulpen reageerden het sterkst op de werkzaamheden (Kersten *et al.* 2014) en naar schatting ontbrak er 75 % ten opzichte van de nul monitoring van 2014 (Kersten *et al.* 2016).

Voor de Wulp zijn de proxies in de zomer en winter onderling wel gecorreleerd, maar geen van de proxies laat een significante trend zien. (Figuur 9.33, Bijlage II).



Figuur 9.33. Verloop van de voor Wulpen oogstbare biomassa in Pinkegat en Zoutkamperlaag in de periode 2008-2024 voor winter (boven) en nazomer (onder).



Figuur 9.34. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Wulp in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2024 in de winter (boven) en de nazomer (onder). De berekende trendwaardes voor de verschillende proxies en eventuele significantie staan in bijlage II.

Tabel 9.22. Weergave van beslissing matrix hoe monitoring resultaten vertaald kunnen worden naar uitspraken over meetbare van effecten, die mogelijk duiden op effecten van bodemdaling, waarbij 1 staat voor: Geen meetbare veranderingen. 2: Meetbare negatieve veranderingen. 3: Meetbare positieve veranderingen. Toegepast op de Wulp. 1: Geen meetbare veranderingen.

	Proxy/F1 afname	Proxy/F1 neutraal	Proxy/F1 toename
Vogelaantallen MLV negatiever dan elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV ontwikkelen gelijk als elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV positiever dan elders	1	1	3

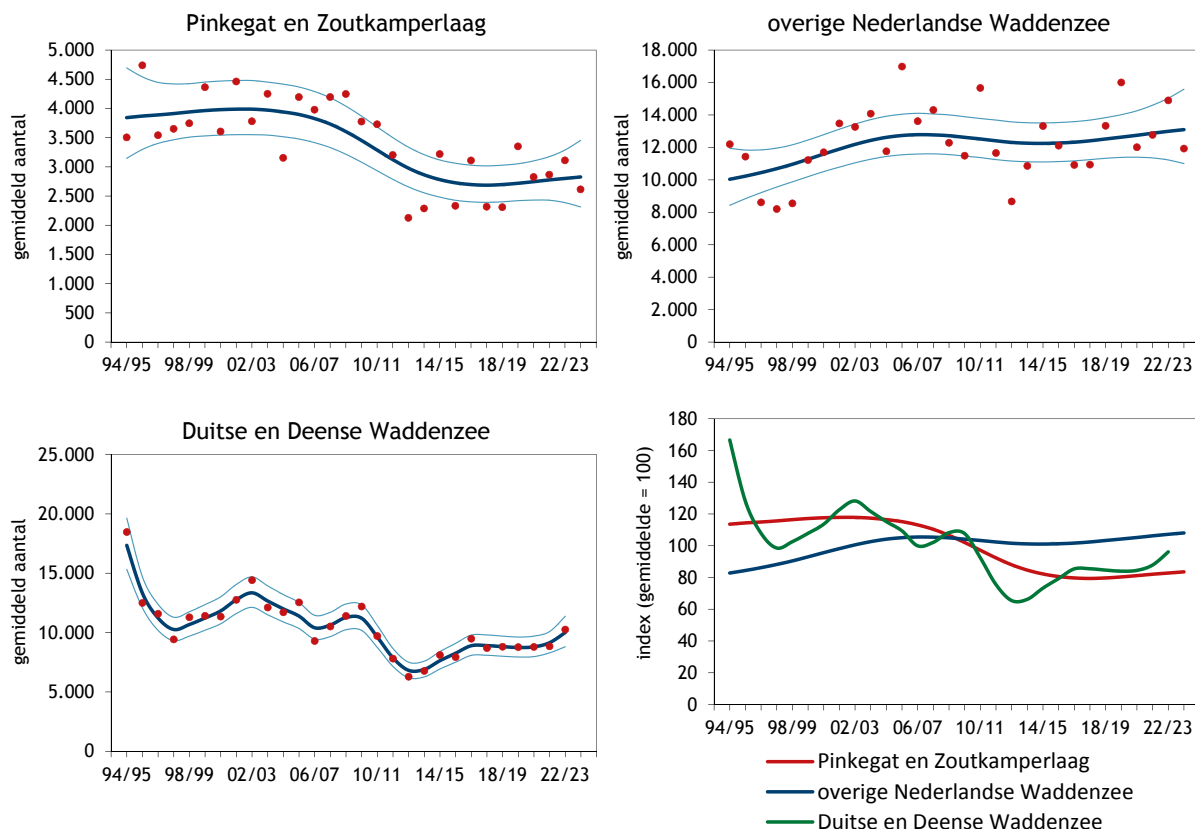
Conclusie na doorlopen van de matrix: zowel in de winter, als in de nazomer zijn er geen meetbare veranderingen gevonden (1) die mogelijk kunnen duiden op een negatief effect van de gaswinning (Tabel 9.22).

9.4.12 Tureluur

In de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag nemen de aantallen Tureluurs vanaf 2010 langzaam af (Figuur 9.34, Tabel 9.23). Dit beeld komt niet overeen met het aantalsverloop in de rest van de Nederlandse Waddenzee, maar wel met de trend in de internationale Waddenzee (Kleefstra *et al.* 2022).

Tureluurs uit drie verschillende flyway-populaties doen in de loop van het jaar de Nederlandse Waddenzee aan. In het winterhalfjaar behoort het merendeel van de aanwezige vogels tot de IJslandse ondersoort

robusta, waarvan de lange- en gedurende de MLV-winningsperiode als matig toenemend beoordeeld wordt (van Roomen *et al.* 2025; zie Tabel 9.23). In de doortrekperiodes, vooral in de nazomer, zijn ook Europese broedvogels (ondersoort *totanus*) talrijk op het wad, vermoedelijk vooral vogels uit Noord-Europa, die matig afnemen. De in W-Europa broedende en vooral in ZW-Europa overwinterende populatie is stabiel; de vooral naar NW-Afrika trekkende Noord-Europese populatie neemt recent af (van Roomen *et al.* 2025).



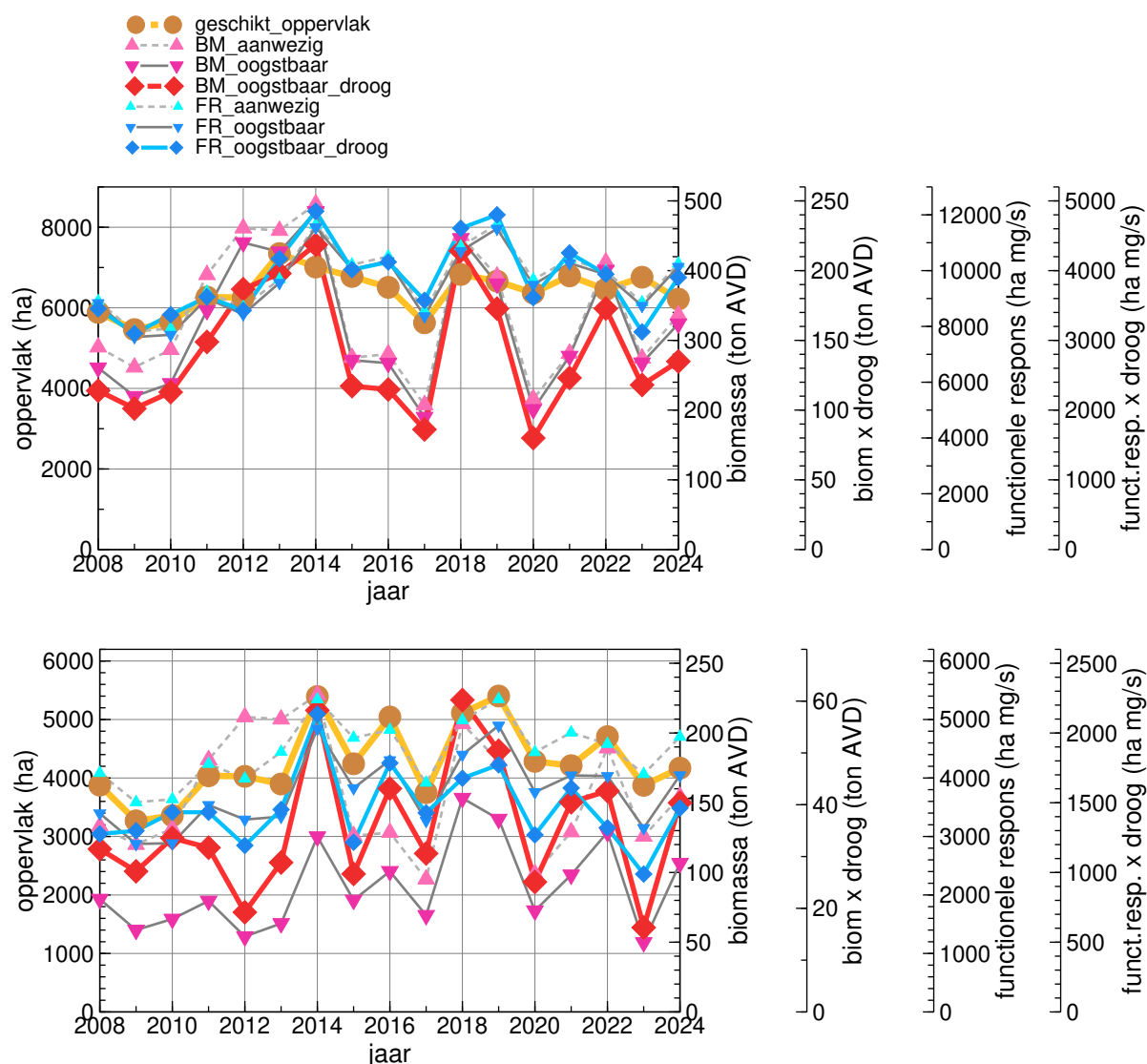
Figuur 9.35. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Tureluur in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Tabel 9.23. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Tureluur voor Pinkegat/Zoutkamperlaag, overige Nederlandse Waddenzee, de Duitse en Deense Waddenzee en de Oost-Atlantische vliegroue voor de lange termijn (vanaf 1994/1995) en de MLV-winningsperiode (vanaf 2007/2008). 'Jaarverand' staat voor de proportionele verandering van de aantallen (waarbij 1 een stabiel niveau aangeeft).

Tureluur	Vanaf 1994/1995			Vanaf 2007/2008		
	Jaarverand	Symbool	Beoordeling	Jaarverand	Symbool	Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamperlaag	0.99	-	Matige afname	0.98	-	Matige afname
Overige Nederlandse Waddenzee	1.01	+	Matige toename	1.00	0	Stabiel
Duitse en Deense Waddenzee	0.98	-	Matige afname	0.99	0	Stabiel
Oost-Atlantische vliegr, <i>totanus</i> N-Eur	0.98*	-	Matige afname	1.01**	0	Stabiel
Oost-Atlantische vliegr, <i>totanus</i> W-Eur	0.98*	-	Matige afname	0.99**	-	Matige afname
Oost-Atlantische vliegr, <i>robusta</i> IJsland	1.01*	+	Matige toename	1.04**	+	Matige toename

* Betreft de periode 1976-2023 (van Roomen *et al.* 2025) ** Betreft de periode 2014-2023 (van Roomen *et al.* 2025)

Voor de meeste proxies is de trendrichting toenemend, en één proxy (*FRoogst* in Juli) laat een positieve trend zien (Bijlage II).



Figuur 9.36. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Tureluur in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2024 in de zomer (boven) en de winter (onder). De berekende trendwaarden voor de verschillende proxies en eventuele significantie staan in bijlage II.

Tabel 9.24. Weergave van beslissing matrix hoe monitoring resultaten vertaald kunnen worden naar uitspraken over meetbare van effecten, die mogelijk duiden op effecten van bodemdaling, waarbij 1 staat voor: Geen meetbare veranderingen. 2: Meetbare negatieve veranderingen. 3: Meetbare positieve veranderingen. Toegepast op de Tureluur: 1 Geen meetbare veranderingen.

	Proxy/F1 afname	Proxy/F1 neutraal	Proxy/F1 toename
Vogelaantallen MLV negatiever dan elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV ontwikkelen gelijk als elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV positiever dan elders	1	1	3

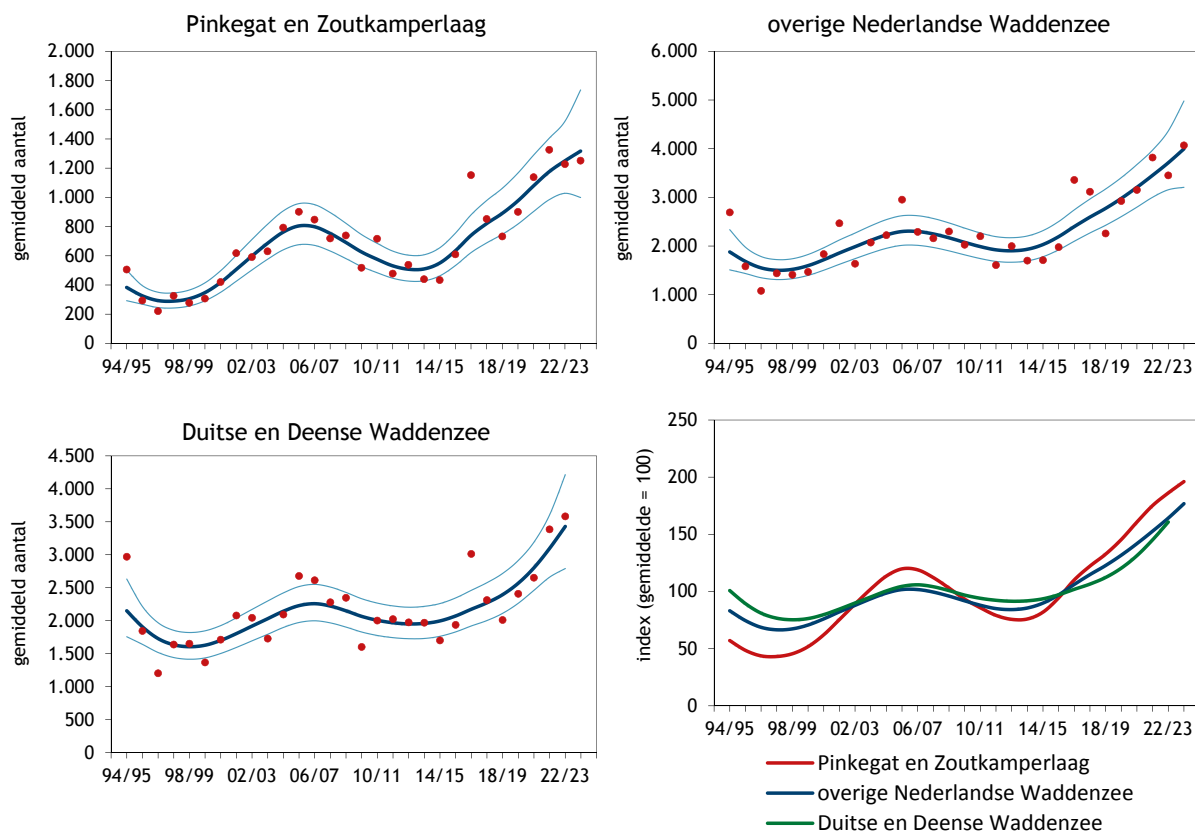
Conclusie na het invullen van de matrix: zowel in de zomer, als in de winter zijn er geen meetbare veranderingen gevonden (1) die mogelijk kunnen duiden op een negatief effect van de gaswinning (Tabel 9.24).

9.4.13 Steenloper

De aantallen Steenlopers in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag nemen na een korte dip tussen 1997 en 2005 gestaag toe (Figuur 9.36, Tabel 9.25). De trends in de rest van de Nederlandse en in de Duitse en Deense Waddenzee lijken op dit golvende patroon. De trend wordt voor MLV-winningsperiode en de lange termijn in al deze regio's beoordeeld als een matige toename.

De Steenlopers in de Waddenzee behoren tot twee populaties. Veruit de grootste populatie Steenlopers die

door ons land trekt en hier overwintert is afkomstig uit de Groenlandse en Noordoost Canadese broedgebieden (*A. i. morinella*) en omvat 200.000-260.000 individuen. Vogels die in Scandinavië en de Russische toendra broeden gebruiken de Waddenzee als tussenstop tijdens de trek en overwinteren in West-Afrika. Op de lange termijn is er sprake van een afname van de Palearctische Afrika-gangers, maar een toename van de in Europa overwinterende Nearctische broedvogels (van Roomen *et al.* 2025; zie Tabel 9.25).



Figuur 9.37. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Steenloper in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Tabel 9.25. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Steenloper voor Pinkegat/Zoutkamperlaag, overige Nederlandse Waddenzee, de Duitse en Deense Waddenzee en de Oost-Atlantische vliegroue voor de lange termijn (vanaf 1994/1995) en de MLV-winningsperiode (vanaf 2007/2008). 'Jaarverand' staat voor de proportionele verandering van de aantallen (waarbij 1 een stabiel niveau aangeeft).

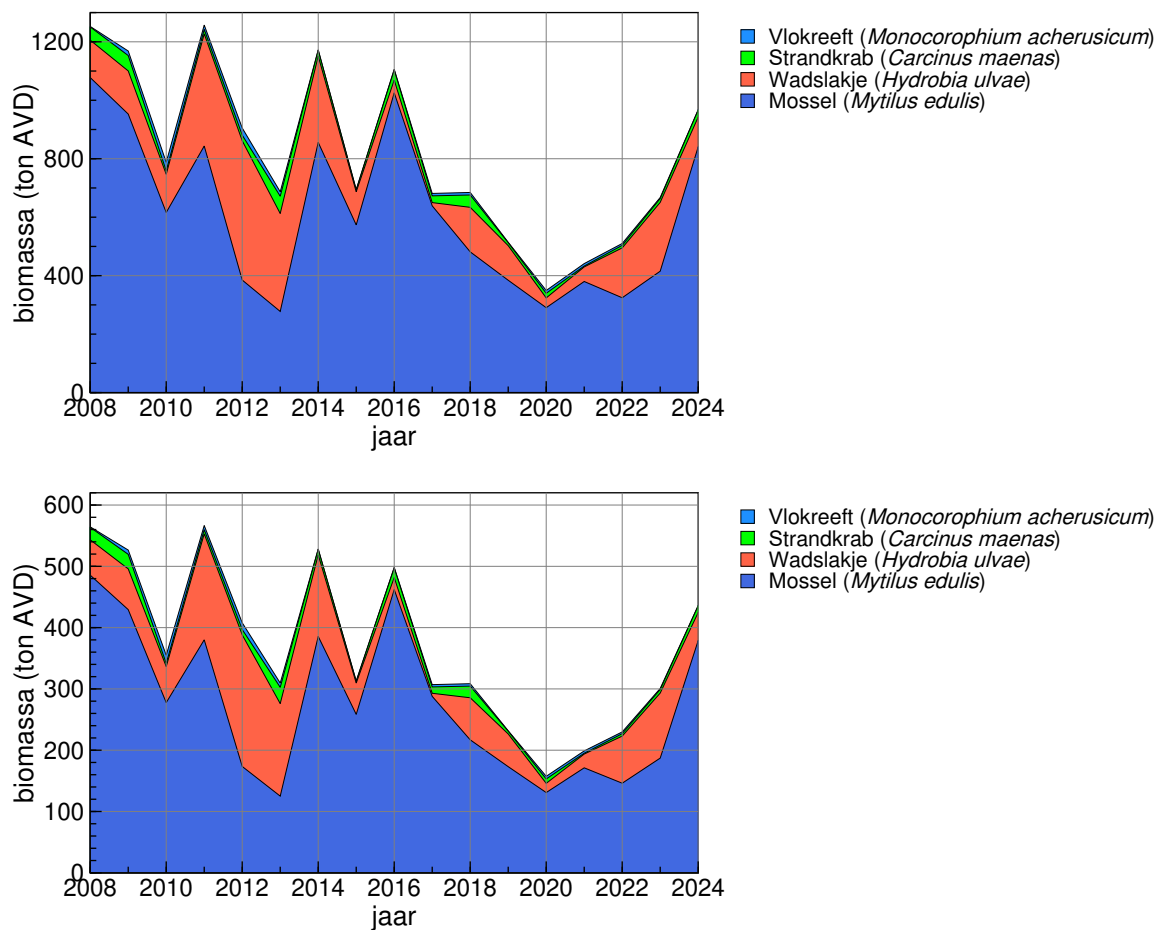
Steenloper	Vanaf 1994/1995			Vanaf 2007/2008		
Label	Jaarverand	Symbool	Beoordeling	Jaarverand	Symbool	Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamperlaag	1.04	+	Matige toename	1.04	+	Matige toename
Overige Nederlandse Waddenzee	1.03	+	Matige toename	1.04	+	Matige toename
Duitse en Deense Waddenzee	1.02	+	Matige toename	1.03	+	Matige toename
Oost-Atlantische vliegroue (Nearctisch)	1.02*	+	Matige toename	1.00**	0	Stabiel
Oost-Atlantische vliegroue (Palearctisch)	0.98*	-	Matige afname	1.06**	+	Matige toename

** Betreft de periode 1976-2023 (van Roopen et al. 2025) ** Betreft de periode 2014-2023 (van Roopen et al. 2025)*

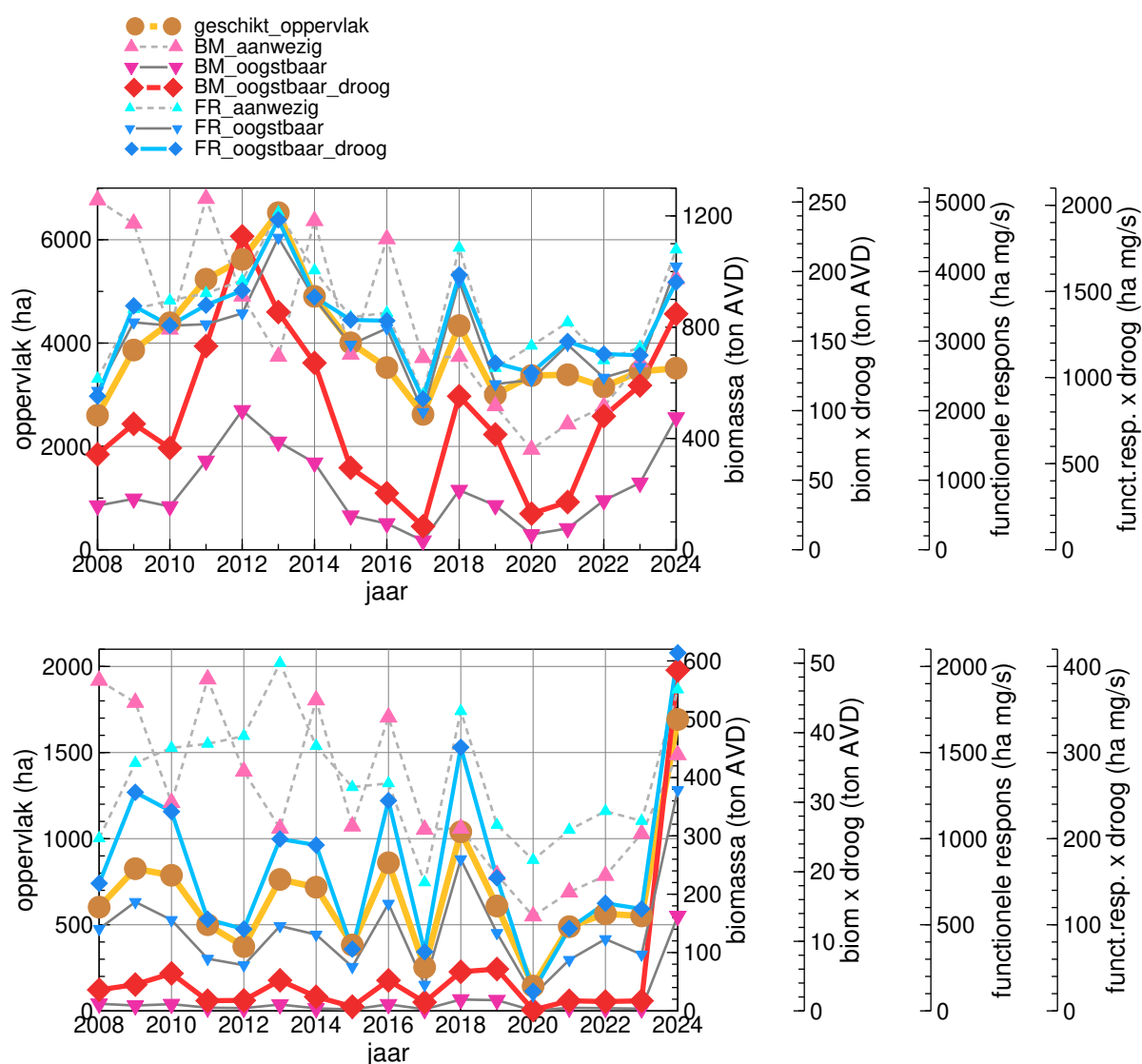
* Betreft de periode 1976-2023 (van Roomen *et al.* 2025) ** Betreft de periode 2014-2023 (van Roomen *et al.* 2025)

De proxies zijn onderling wel gecorreleerd, maar die correlatie is hoger in de zomer dan in de winter. De meeste proxies vertonen geen trend, met uitzondering van een negatieve significante trend voor *BMaanw* in beide seizoenen, net als in de vorige rapportage (Duijns *et al.* 2024; Figuur 9.39 en Bijlage II). Dat is zowel in de winter als in de zomer primair het gevolg van de afname van de biomassa van Mosselen en de fluctuaties van de Strandkrab (Figuur 9.38). Mosselbanken zijn een belangrijk foerageerhabitat voor Steenlopers, en de foerageerdichtheid op Mosselbanken is meer dan tien

keer hoger dan op het omliggende wad (Waser *et al.* 2016). In tegenstelling tot vorige rapportage (Duijns *et al.* 2024b), laten niet alle proxies een negatieve trend zien, maar in deze rapportage zien we dat alleen nog bij *BMaanw* (Bijlage II). Ook in de SEM analyse liet de latente variabele *F* (SEM proxy) een negatieve trend zien (zie 8.4 en Bijlage III). Vooral nog nemen de aantallen Steenlopers echter toe, zowel in het Pinkegat en Zoutkamperlaag als in de rest van de Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.



Figuur 9.38. Verloop van de aanwezige biomassa in Pinkegat-Zoutkamperlaag voor de Steenloper in de nazomer (boven) en de winter (onder). De proxy behelst de biomassa van alle prooi-soorten die als stapelvoedsel.



Figuur 9.39. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Steenloper in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2024 in de nazomer (boven) en de winter (onder). De berekende trendwaardes voor de verschillende proxies en eventuele significantie staan in bijlage II.

Tabel 9.26. Weergave van beslissing matrix hoe monitoring resultaten vertaald kunnen worden naar uitspraken over meetbare van effecten, die mogelijk duiden op effecten van bodemdaling, waarbij 1 staat voor: Geen meetbare veranderingen. 2: Meetbare negatieve veranderingen. 3: Meetbare positieve veranderingen. Toegepast op de Steenloper: 2 Meetbare negatieve veranderingen.

	Proxy/F1 afname	Proxy/F1 neutraal	Proxy/F1 toename
Vogelaantallen MLV negatiever dan elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV ontwikkelen gelijk als elders	2	1	1
Vogelaantallen MLV positiever dan elders	1	1	3

Conclusie na het invullen van de matrix: zowel in de zomer, als in de winter zijn er meetbare veranderingen gevonden (2) die mogelijk kunnen duiden op een negatief effect van de gaswinning (Tabel 9.26). De toename van Steenlopers in het MLV gebied, maar ook in de rest van de Waddenzee is in contradictie met de significante afname van de proxy BMAanw. Dit suggereert dat de voedselbeschikbaarheid niet volledig bekend is, of niet goed bemonsterd kan worden. Gezien de Waddenzee brede (positieve) ontwikkeling van deze soort, lijkt deze ontwikkeling geen verband te houden met de gaswinning.

10. Algemene discussie en conclusies

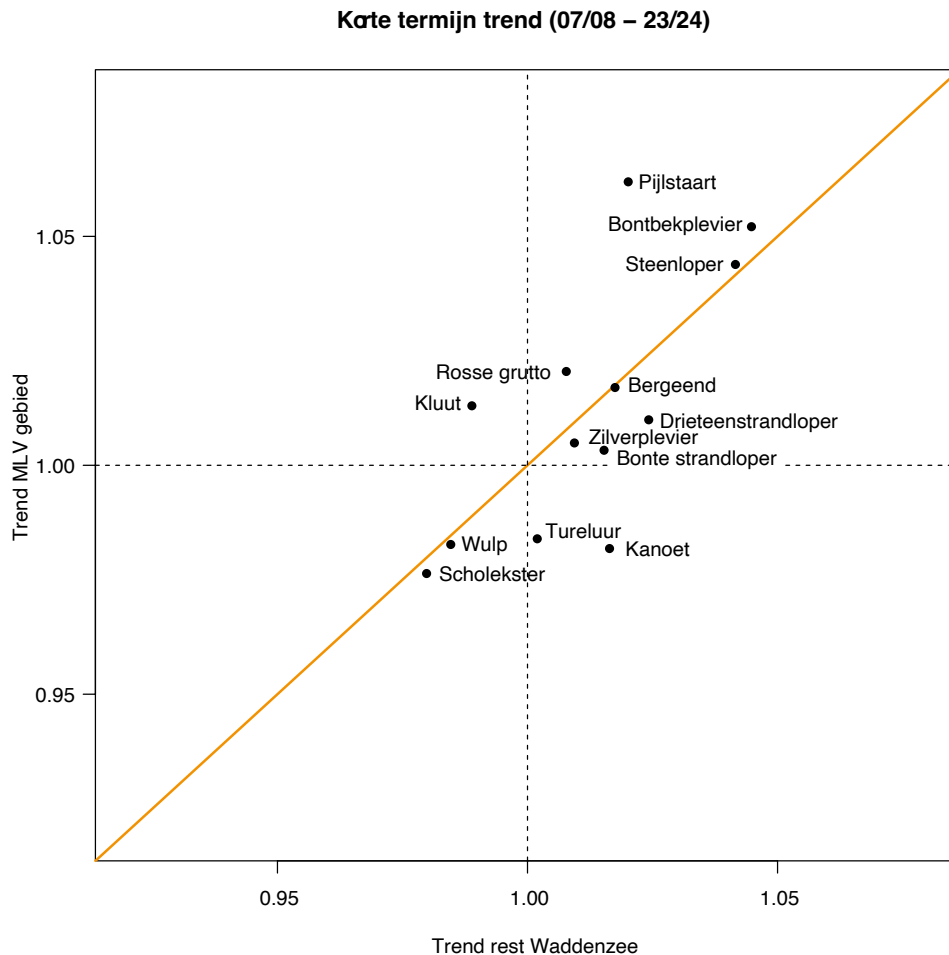
10.1 Signaleringsmonitoring en signalering

Voor elk van de onderzochte soorten is het aantalverloop in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag over de lange termijn (periode 1994/1995 – 2023/2024) en de periode van de MLV-winning (2007/2008 – 2023/2024) gerapporteerd en vergeleken met het aantalverloop in de rest van de Nederlandse Waddenzee, alsook met het aantalverloop in de Duitse en Deense Waddenzee. De trendvergelijkingen voor de lange termijn zijn vooral bedoeld om meer context te geven bij de trends over de winningsperiode. In dat kader moet ook de trendvergelijking met de ontwikkeling van de populatie-aantallen langs de hele Oost-Atlantische vliegroute worden gezien (van Roomen *et al.* 2025). Voor effecten van bodemdaling als gevolg van de gaswinning uit de MLV velden gaat de belangstelling primair uit naar de trends op korte termijn, omdat die samenvallen met de periode van de gaswinning uit de MLV velden (2008 – heden). De resultaten voor die periode zijn samengevat in Figuur 10.1. Hierbij zijn de vogeltrends uit het MLV gebied uitgezet tegen de trends van dezelfde soorten in de rest van de Waddenzee. De schuine lijn representeert $y=x$, en voor alle punten die boven de lijn liggen,

is de trend gunstiger in het MLV gebied dan elders in de Nederlandse Waddenzee. Dus bijvoorbeeld Kluut heeft in het MLV gebied een positieve trend van 1.01 terwijl de rest van de Waddenzee een negatieve trend van -0.98 laat zien.

De meest relevante afwijkingen in deze figuur zijn Tureluur en Kanoet. De aantallen van deze soorten doen het beduidend slechter in het MLV gebied dan in de rest van de Waddenzee. Verder laten Wulp en Scholekster ook een negatieve trend zien in Pinkegat en Zoutkamperlaag maar die afname is in de rest van de Waddenzee ook waarneembaar en vergelijkbaar. Twee soorten, Bergeend en Steenloper, liggen nagenoeg op de lijn waarbij de aantalsontwikkeling in het MLV gebied niet afwijkt van de rest van Waddenzee. Verder laten Pijlstaart en Kluut en in mindere mate Rosse Grutto en Bontbekplevier een positievere trend zien in het MLV gebied in vergelijking met de rest van Waddenzee.

In totaal laten vijf soorten een positievere aantalsontwikkeling zien in het MLV-gebied dan in de rest van de Waddenzee, vier soorten laten hetzelfde patroon zien in beide gebieden en vier soorten doen het slechter in het MLV gebied (Figuur 10.1).



Figuur 10.1. Samenvatting van de trends in het seizoensgemiddelde aantal voor de 13 onderzochte wadvogelsoorten voor de periode 2007/2008 - 2023/2024. Voor Pinkegat-Zoutkamperlaag, de rest in de Nederlandse Waddenzee

Wanneer we iets uitzoomen en de lokale ontwikkeling in het MLV gebied vergelijken met de Duitse en Deense Waddenzee zien we grotendeels dezelfde patronen. Voor vijf soorten is de aantalsontwikkeling in het MLV-gebied in ongunstiger dan in de Duitse en Deense Waddenzee en zes soorten doen het slechter in het MLV-gebied (Figuur 10.2).

Samenvattend leidt de toepassing van de beslissingsmatrix op de resultaten tot en met monitoringjaar 2024 zoals weergegeven in Tabel 10.1 tot de volgende conclusies:

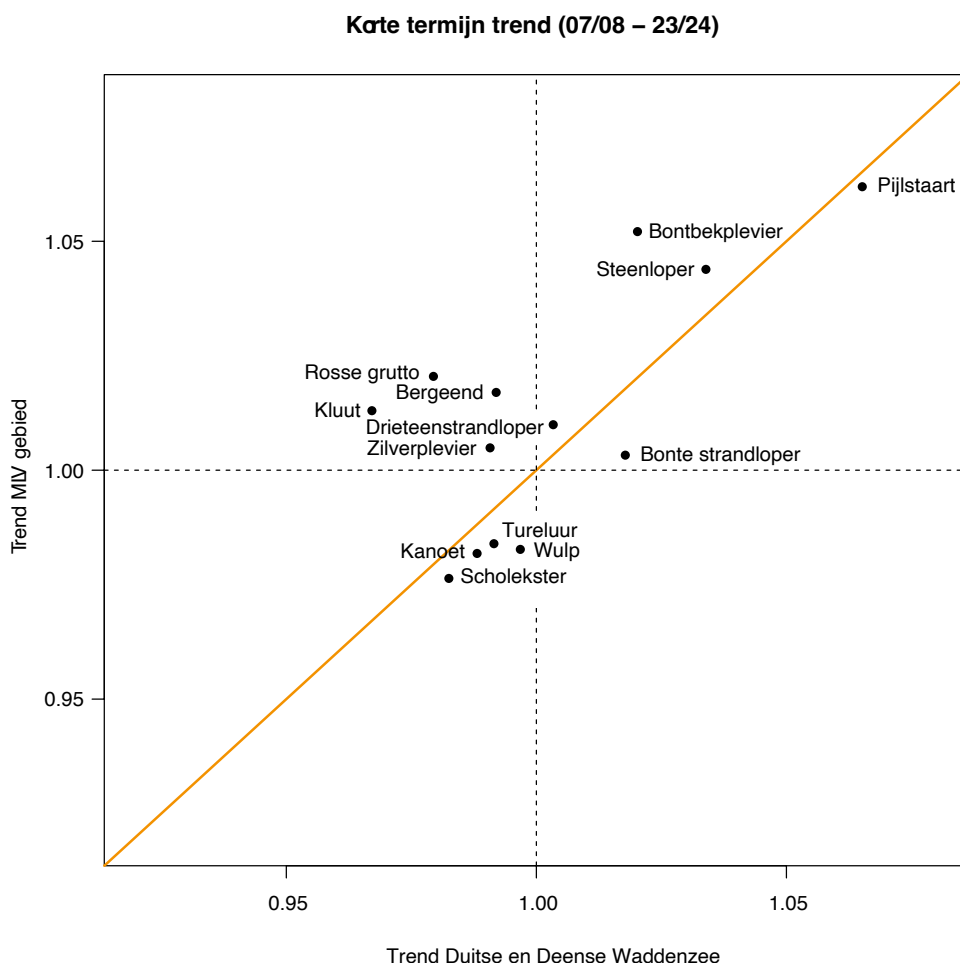
- Voor 8 soort-seizoen combinaties (Pijlstaart, Scholekster, Kanoet en Steenloper) vertoont minimaal één Wadmap-proxy voor draagkracht een negatieve trend, en kan dus geconcludeerd worden dat er meetbare negatieve veranderingen gevonden zijn die mogelijk kunnen duiden op een effect van de gaswinning;
- Voor 16 onderzochte soort-seizoen combinaties luidt de conclusie dat er geen negatieve meetbare veranderingen zijn gevonden;
- Voor zes soort-seizoen combinaties (Scholekster, Drieteenstrandloper en Steenloper) vertoonde de SEM proxy een negatieve trend. In de Wadmap analyse laten de Scholekster en Steenloper ook een

negatieve trend zien in een aantal proxies, maar niet de Drieteenstrandloper;

- Voor drie soorten (Drieteenstrandloper, Bonte Strandloper en Tureluur) wijkt de ontwikkeling van de aantallen in Pinkegat en Zoutkamperlaag in *negatieve* zin af van de aantalsontwikkeling in de rest Nederlandse Waddenzee;
- Voor twee soorten (Bontbekplevier en Rosse Grutto) wijkt de ontwikkeling van de aantallen in Pinkegat en Zoutkamperlaag in *positieve* zin af van de aantalsontwikkeling in de rest van de Nederlandse Waddenzee.

10.2 Ecologische verklaringen van waargenomen veranderingen

Omdat in veel gevallen de verschillende proxies voor draagkracht sterk onderling gecorreleerd zijn, is door Ens en collega's (2017) beargumenteerd dat de gezamenlijke trend van niet gevalideerde, maar wel gecorreleerde, proxies ook gebruikt kon worden om te onderzoeken of er sprake is van een negatieve ontwikkeling in het voedselaanbod. Dat was een van de redenen om een alternatieve rekenmethode toe te passen (SEM), waarbij de relatie tussen proxy en vogelaantallen een



Figuur 10.2. Samenvatting van de trends in het seizoensgemiddelde aantal voor de 13 onderzochte wadvogelsoorten voor de periode 2007/2008 - 2023/2024 voor Pinkegat-Zoutkamperlaag in relatie tot de trends in de Duitse en Deense Waddenzee.

Tabel 10.1. Samenvatting van de resultaten van de 13 onderzochte wadvogelsoorten op basis van de in hoofdstuk 8 en 9 gepresenteerde resultaten. De vragen en conclusies uit de beslissing matrix worden kolomsgewijs behandeld.

	maand	Vogelaantallen MLV negatiever dan elders	Vogelaantallen MLV ontwikkelen gelijk als elders	Vogelaantallen MLV ontwikkelen positiever dan elders	trend Wadmap proxy negatief	trend SEM proxy negatief	trend Wadmap proxy neutraal	trend SEM proxy neutraal	trend Wadmap proxy toename	SEM Proxy toename	(1) geen meetbare veranderingen	(2) Meetbare negatieve veranderingen	(3) Meetbare positieve veranderingen
Bergeend	jan		x				x	x			x		
	sep		x				x	x			x		
Pijlstaart	jan		x		x			x				x	
	nov		x		x			x				x	
Scholekster	jan		x		x	x						x	
	sep		x		x	x						x	
Kluut	sep		x				x	x			x		
	nov		x				x	x			x		
Zilverplevier	jan		x				x	x			x		
	mei		x				x	x			x		
Bontbekplevier	mei			x				x	x		x		
	sept			x				x	x		x		
Kanoet	jan		x		x			x				x	
	aug		x		x			x				x	
Drieteenstrandloper	mei	x				x	x					x	
	aug	x				x	x					x	
Bonte Strandloper	mei	x					x			x	x		
	sep	x					x	x			x		
Rosse Grutto	mei			x			x	x			x		
	aug			x			x	x			x		
Wulp	jan		x				x	x			x		
	sep		x				x	x			x		
Tureluur	jan	x					x	x			x		
	jul	x						x	x		x		
Steenloper	jan		x		x	x						x	
	aug		x		x	x						x	

hogere correlatie zouden laten zien. In dit hoofdstuk worden de opties besproken om in de toekomst een beter onderbouwd antwoord te kunnen geven op de vraag of er negatieve meetbare veranderingen hebben plaatsgevonden in het MLV gebied, wat kan duiden op een mogelijk effect van gaswinning.

De effectketen die aangeeft hoe bodemdaling effect kan hebben op aantallen vogels (Figuur 10.3), beschrijft in meer detail hoe drukfactoren (rood), zoals diepe bodemdaling door gaswinning, via abiotiek (bruin), voedsellandschap en verstoringslandschap (groen), doorwerken op tijd- en energiebudget en fitness van de vogels (geel) en daarmee uiteindelijk op de aantallen vogels (blauw). Die vogelaantallen worden natuurlijk ook bepaald door ontwikkelingen elders (wit) en er is een terugkoppeling van vogelaantallen via voedselconcurrentie (paars) naar het voedsel(landschap). Sommige variatiebronnen, zoals veranderingen in de loop van het seizoen (waarmee we wel rekening houden in de berekeningen met Wadmap), zijn niet expliciet in het schema opgenomen, maar alleen benoemd in een los kader (lichtgroen). De tijdschaal waarop dit schema betrekking heeft, varieert van dagen tot jaren.

De logische vervolgvraag is of de meetbare veranderingen die we hebben gevonden, een negatief effect vertegenwoordigen van bodemdaling door gaswinning op de

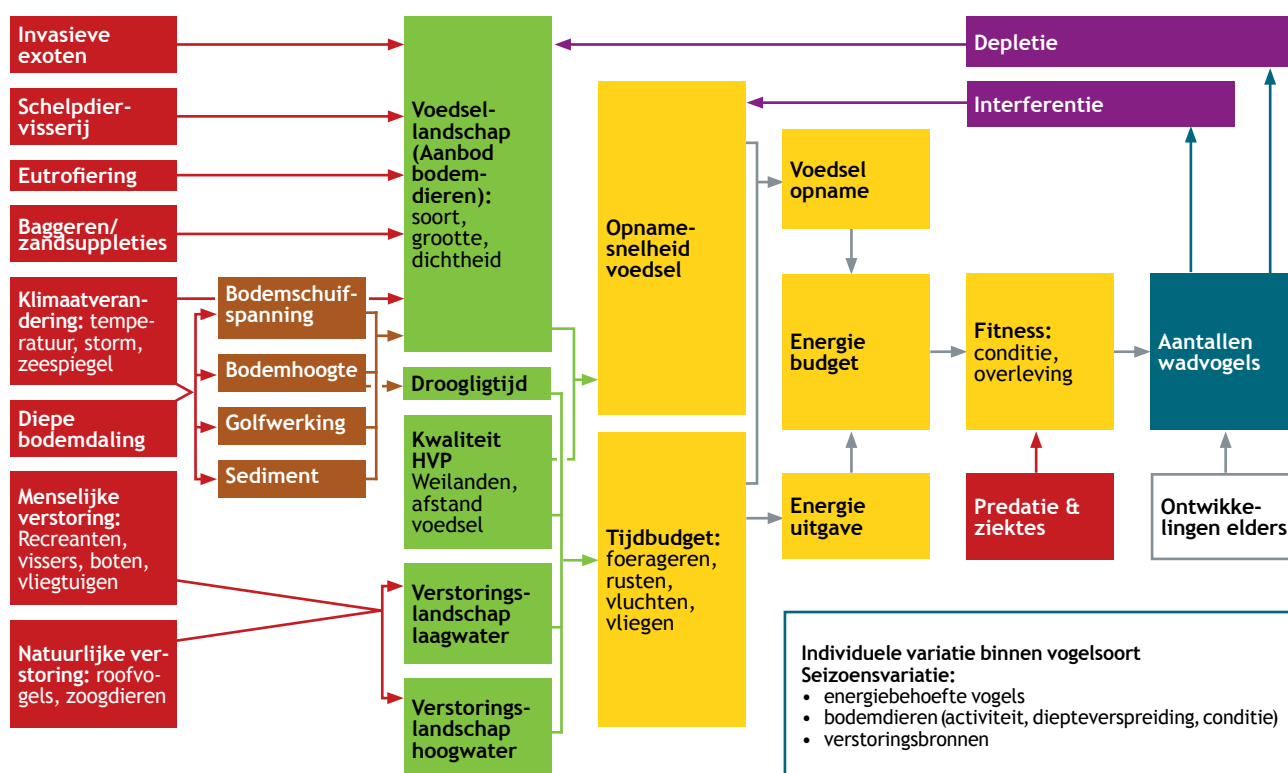
verschillende vogelsoorten binnen het bodemdalingsgebied. Die vraag beantwoorden vereist dat we het effect van bodemdaling door gaswinning kunnen onderscheiden van de effecten van de andere drukfactoren.

10.2.1 Drukfactoren en hun effecten

Een groot aantal factoren heeft waarschijnlijk effect op het voedsellandschap en de droogligduur van het wad (Figuur 10.1). Een aantal factoren (cursief aangegeven in het schema van de effectketen) varieert wel binnen de Waddenzee, en in sommige gevallen via een gradiënt van west naar oost, maar er is waarschijnlijk geen sprake van sterk contrasterende effecten op het voedsellandschap in verschillende krombergingen die vlakbij elkaar liggen.

Het gaat om:

- **Invasieve exoten**, zoals de Japanse Oester. Daarvan is bekend dat de toename en uitbreiding eerder op gang kwam in de westelijke dan in de oostelijke Waddenzee (van Stralen *et al.* 2012).
- **Eutrofiëring**. Toevoer van de nutriënten naar de westelijke Waddenzee vanuit het IJsselmeer is eerst toegenomen en daarna afgenomen, met duidelijke effecten op de bodemdieren (Philippart *et al.* 2007). In de oostelijke Waddenzee neemt de eutrofiëring minder snel af.
- **Klimaatverandering** heeft veel verschillende effecten op het voedsellandschap. Wintertempe-



Figuur 10.3. Schematische weergave van de effectketen die beschrijft hoe verschillende drukfactoren, waaronder diepe bodemdaling door gaswinning, doorwerken op de vogelaantallen in het leefgebied van een getijdpopulatie.

raturen hebben effect op broedval, overleving en conditieverlies van bodemdieren (Beukema *et al.* 2017, Penning *et al.* 2021). Daarnaast zijn langdurige hittegolven, die laatste jaren steeds vaker voorkomen, funest voor de overleving van met name Kokkels (Suykerbuyk *et al.* 2021).

Sterk over korte afstand variërende effecten zijn wel te verwachten bij:

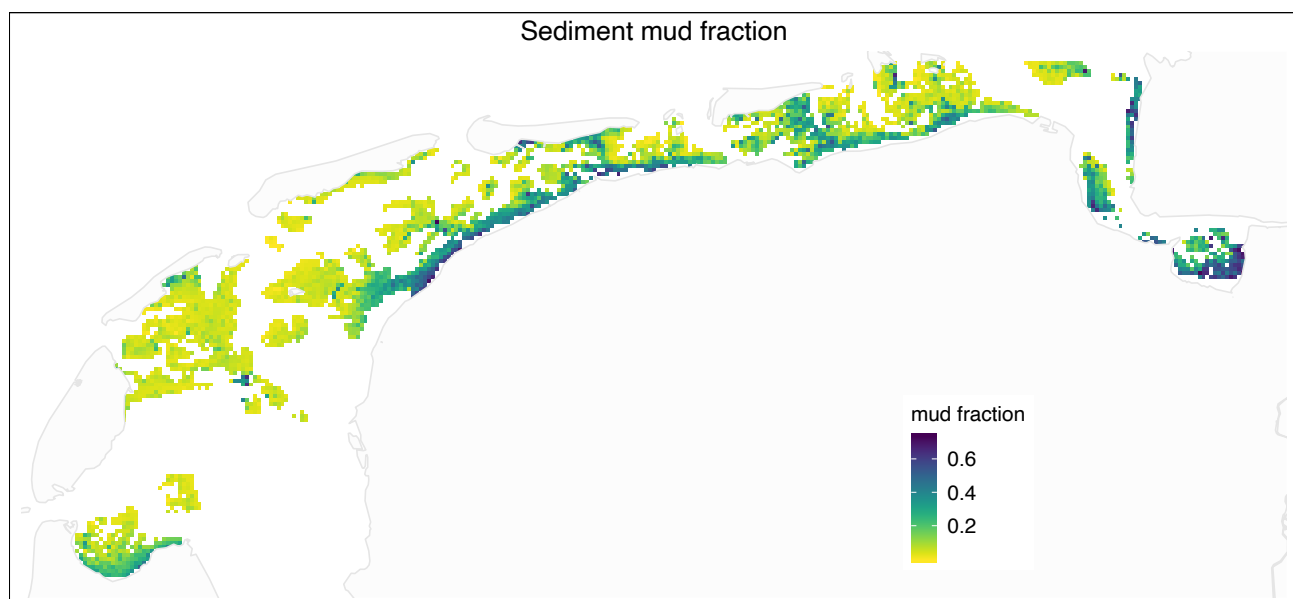
- **Schelpdiervisserij.** Er zijn grote lokale verschillen in de omvang van de handkokkelvisserij van jaar op jaar (Troost & van Asch 2018).
- **Diepe bodemdaling.** De wijze waarop diepe bodemdaling uitwerkt op de wadbodem wordt wat betreft hoogteligging vastgelegd met de LiDAR metingen die onderdeel zijn van de monitoring. Het voorkomen van bodemdieren is gerelateerd aan bodemhoogte, maar het verband is niet erg sterk door de hoge tolerantie van veel bodemdieren (Beukema 2002, Folmer *et al.* 2017). Er zijn ook relaties met sedimentsamenstelling, maar ook hier is de tolerantie van de bodemdieren groot (Kraan *et al.* 2010, Folmer *et al.* 2017). Kleine maar systematische veranderingen in sediment en bodemhoogte zullen op de lange duur desondanks zeker effect hebben op de bodemdieren, maar kunnen (deels) worden gemaskeerd door de aanzienlijke fluctuaties in hun voorkomen die worden veroorzaakt door andere factoren. Eerder is de gevoeligheid van de proxies voor bodemdaling onderzocht en welk deel van de variatie in proxywaarden verklaard kon worden door variatie in gemeten bodemhoogte (Ens *et al.* 2017). Daaruit kwam naar voren dat de variatie in de hoogtekaarten (veel) minder invloed had op de berekende proxywaarden dan variatie in getijhoogtes en vooral dan variatie in de aanwezigheid hoeveelheid voedsel.

10.2.2 Voedsellandschap

Voor vijf soort-seizoen combinaties kan op basis van de Waddenzee-brede gegevens het voedsellandschap beschreven worden met een gevalideerde proxy voor draagkracht: Scholekster in januari en september, Bonte Strandloper in september, Wulp in september en Rosse Grutto in augustus (Ens *et al.* 2019). Deze signaleringsmonitoring kan verbeterd worden als voor meer vogelsoorten gevalideerde proxies voor draagkracht gevalideerd kunnen worden. Er zijn inmiddels meer jaren waarvoor de SIBES-bemonstering voor de gehele Waddenzee is uitgewerkt dan ten tijde van de validatie door Ens *et al.* (2019), zodat deze analyse inmiddels geactualiseerd kan worden met meer data. Anderzijds biedt de SEM analyse goede aanknopingspunten om verder te ontwikkelen en zodoende tot minder verschillende proxies per soort te komen.

De keuze van referentiegebieden kan ook verbeterd worden. Daarbij moet wel worden aangetekend dat de vogels tijdens hoogwater geteld worden, waar ze wachten op laagwater om weer op de wadplaten naar voedsel te kunnen zoeken. Referentiegebieden moeten dus uit met Pinkegat en Zoutkamperlaag vergelijkbare gebieden bestaan, wat betreft de samenhang tussen voedselgebied en hoogwatervluchtplaatsen. Zoals eerder gemeld zijn niet alle verklarende variabelen voor de vogelaantallen goed in beeld gekomen. Met name het verstoringsschap tijdens hoog- en laagwater ontbreekt, maar een complete invulling hiervan is ook verre van eenvoudig.

Abiotische variabelen zoals sedimentsamenstelling kunnen ook een nuttige toevoeging zijn in de analyse, en bijvoorbeeld helpen om vergelijkbare referentiegebieden te kiezen. Zo is langs de vastelandkust het wad



Figuur 10.4. Sedimentsamenstelling (percentage slib) in de Waddenzee. Bron: Folmer *et al.* (2017).

veel slijkgiger dan onder de eilanden (Figuur 10.4). De Kluut is aangepast om met zijn dunne opgewipte snavel door zacht slijk te ‘maaïen’ en zo op de tast zijn prooidieren te vinden. De grootste aantallen Kluten worden dan ook langs de vastelandskust geteld. Omgekeerd lijkt de Drieteenstrandloper aangepast om hard over het zandige strand te rennen en de HVP's van deze soort liggen dan ook zelden op de vasteland kust maar vooral op de eilanden. Ook de Rosse Grutto prefereert zeer zandig sediment, terwijl Kanoeten op niet zeer zandig of zeer slijkgig sediment gevonden worden en Scholeksters op alle soorten sediment worden aangetroffen (e.g. Yates *et al.* 1993, Granadeiro *et al.* 2004, Ens *et al.* 2005).

Door bepaalde laagwatergebieden voor bepaalde soorten als geschikt en ongeschikt aan te merken, is met zulke verschillen in sedimentvoorkeur in zekere mate al rekening gehouden in Wadmap (Ens *et al.* 2017). In vorige rapportages is hier beter naar gekeken. Met uitzondering van de Steenloper is het verschil in de gemiddelde sedimentsamenstelling tussen ‘aan’ en ‘uit’ gebieden waar de soort wordt geacht wel, respectievelijk niet te foerageren zeer significant en in de verwachte richting voor de betreffende vogelsoorten (Ens *et al.* 2020), maar de verklaarde variantie was voor veel soorten gering. De expert-inschatting over het gebruik van de potentiële foerageergebieden door deze zeven soorten zijn daarom niet zonder meer te vervangen door het gemiddelde slijbgehalte (of korrelgrootte) van de SIBES-monsters in die gebieden. In een verkenning waarbij de met hoogwater getelde vogelaantallen per gebied werden gerelateerd aan de gemiddelde sedimentsamenstelling, werd zelfs geen enkele aanwijzing gevonden voor een relatie.

Mogelijke effecten van de gaswinning op het voedselaanbod verlopen via daling van de bodem, die hypothetisch kan leiden tot een verminderd plaatoppervlak, een lagere hoogte en daardoor kortere droogvalduur (beschikbaarheid als foerageergebied), of veranderingen in de sedimentsamenstelling (de la Barra *et al.* 2023). Deze veranderingen kunnen op hun beurt de bestanden van bodemdieren beïnvloeden (de la Barra *et al.* 2023), maar ook rechtstreeks de beschikbaarheid (in oppervlak en tijd) van foerageergebied voor wadvogels.

Een oorzakelijk verband tussen afnemende droogvalduur en gaswinning valt niet te leggen zolang er geen aanwijzingen zijn dat er netto bodemdaling plaatsvindt die is terug te voeren op die gaswinning. Hoe afnemende droogvalduur doorwerkt op de voedselopname van wadvogels kan overigens verschillen tussen vogelsoorten, en is daarom ook moeilijk precies te voorspellen. Voor soorten die een groot deel van hun voedselopname realiseren op de hoger gelegen wadplaten of

nabij de verschuivende waterlijn zal het effect hiervan kleiner zijn dan voor soorten die vooral foerageren op de lager in het intergetijdengebied gelegen platen. In de vorige rapportage zijn we uitgebreid ingegaan op veranderingen in de droogvalduur die zichtbaar worden in de Wadmap-proxies (Duijns *et al.* 2024b), en de Auditcommissie adviseert om veranderingen in de droogvalduur verder te onderzoeken (Auditcommissie 2024). In afwachting van deze nadere verkenning gaan we in dit rapport niet opnieuw in op dit aspect, maar het is wel van belang om de patronen te blijven volgen.

10.2.3 Kwaliteit van de HVP

In de berekeningen worden kenmerken (‘kwaliteit’) van de hoogwatervluchtplaatsen (HVP's) tot nu toe niet meegenomen. Het is in principe denkbaar dat in bepaalde gebieden een deel van het beschikbare voedsel ‘onbenut’ blijft door de vogels bij gebrek aan geschikte HVP's van waaruit dit voedsel effectief kan worden geëxploiteerd (Folmer *et al.* 2021). Patronen in de getelde aantallen vogels zullen hierdoor niet altijd een directe afspiegeling zijn van die in het voedselaanbod.

De volgende factoren kunnen hier een rol spelen:

- **Habitat.** Er zijn opvallende verschillen in habitatvoorkeur tussen vogelsoorten (Koffijberg *et al.* 2003). Tijdens hoogwater kunnen wadvogels overtuigen op kale zandplaten, kwelders, dijken en binnendijs in polders. Kanoeten prefereren kale zandplaten, terwijl Scholeksters regelmatig op dijken worden gezien. Deze voorkeuren hangen mogelijk samen met het predatierisico (of de inschatting van dat predatierisico door de vogels) in de verschillende habitats.
- **Verstoring.** Sommige HVP's liggen dicht langs fiets- of wandelpaden of zijn anderszins toegankelijk zoals de Vliehors in het weekend op Vlieland en de Noordsvaarder op Terschelling, en kunnen daardoor vaak verstoord worden (Ens *et al.* 2021a, Kleefstra *et al.* 2023). Hierdoor kan een onderbenutting ontstaan van de HVP (Folmer *et al.* 2021, van der Kolk 2021).
- **Afstand tot de laagwaterfoerageergebieden.** Hoe verder de vogels moeten vliegen naar het voedselgebied, hoe hoger de energetische kosten. In de berekeningen aan onder- en overbenutting van HVP's is het voedselaanbod daarom afgewaardeerd met toenemende afstand (Folmer *et al.* 2021). In de SEM analyse lijken de effecten van vlieggkosten erg mee te vallen.
- **Relatie HVP en voedselgebieden.** In veel gevallen is onbekend in hoeverre de wadvogelsoorten die geteld worden op de HVP's ook daadwerkelijk foerageren op de deelgebieden die we gebruikt hebben voor de analyses. Voor Scholeksters zijn er inderdaad aanwijzingen dat ze gebieden benutten

in redelijke nabijheid van veelgebruikte HVP's (Bakker *et al.* 2021). Maar voor veel andere soorten is dit nog niet bekend. Zenderstudies aan diverse wadvogels zou deze kennislacune kunnen oplossen, zoals reeds is voorgesteld in een recent advies (Schekkerman 2022).

- **Aanwezigheid binnendijkse foerageermogelijkheden.** Verschillende vogelsoorten gebruiken in meer of mindere mate weilanden of ondiepe binnendijkse wateren in de omgeving om te foerageren. Overwinterende Scholeksters kunnen massaal in de weilanden naar voedsel zoeken als het wad bij langdurige stormperiodes niet droogvalt (Goss-Custard & Durell 1988, Ens *et al.* 2015a). Overwinterende Wulpen foerageren ook vaak in de omliggende weilanden (Ens & Zwarts 1980). Rosse Grutto's die opvetten in het voorjaar om naar het hoge noorden te trekken verlengen hun foerageertijd door met hoogwater in de weilanden naar voedsel te zoeken (Duijns *et al.* 2009). Voor een aantal vogelsoorten zijn dus ook de binnendijkse graslanden belangrijk in het bepalen van de lokale draagkracht in de verschillende delen van de Waddenzee.

10.2.4 Verstoringslandschap

Het verstoringslandschap heeft naast het voedsellandschap mogelijk ook een groot effect op de aantallen vogels. In vorige rapportages is hier uitgebreider bij stil gestaan en hier zullen de belangrijkste zaken kort samengevat worden.

Naast de vele menselijke verstoringsbronnen zijn er ook natuurlijke verstoringsbronnen, met name roofvogels. Het predatierisico van overwinterende wadvogels kan soms hoog zijn (Cresswell & Whitfield 1994, Whitfield 2003), maar het kan er ook voor zorgen dat bepaalde (voedselrijke) gebieden gemeden worden omdat het predatierisico hoog is (van den Hout 2009). In de Waddenzee lijkt hiervan ook sprake, zo zijn grote aantallen Kanoeten en Rosse Grutto's tegenwoordig in het najaar van de oostelijke naar de westelijke Waddenzee verschoven, wellicht om hoge predatie door Slechtvalken te voorkomen (Duijns *et al.* 2014, Buiters *et al.* 2016). Sinds 1989/1990 worden naast de overwinterende steltlopers ook standaard de roofvogels geteld tijdens de door Sovon gecoördineerde hoogwatertellingen in de Waddenzee. De Slechtvalk is 's winters vooral talrijk in de oostelijke Waddenzee.

Om in een studie zoals deze, de mogelijke externe effecten op de watervogels te bepalen, is het van belang eventuele 'confounding' factoren uit te sluiten. Het verstoringslandschap goed in kaart brengen vergt nogal een continue inspanning. Wanneer er een goed beeld van het verstoringslandschap gevormd is, kan dit ook helpen om betere en vergelijkbare referentiegebieden te kiezen.

10.3 Aanbevelingen

In de afgelopen jaren is gewerkt aan een signaleringsmonitoring van eventuele negatieve gevolgen van bodemdaling door gaswinning op beschermde vogelsoorten. Hiervoor zijn proxies voor draagkracht ontwikkeld. Dankzij de hoge onderlinge correlatie voldeden zij als instrument voor de signaleringsmonitoring, maar het beperkte succes bij de validatie betekent dat ons begrip van de factoren die verspreiding van de onderzochte wadvogels in de Waddenzee bepalen en veranderingen in die verspreiding sturen vooralsnog beperkt is. In het voorgaande hoofdstuk zijn de ecologische verklaringen van de waargenomen veranderingen opgehangen aan een uitwerking van de effectketen tussen drukfactoren, zoals diepe bodemdaling, en de vogelaantallen.

Dit leidt tot de volgende aanbevelingen:

- Van een aantal vogelsoorten is de ecologische kennis van het dieet of de beschikbaarheid (steekbuis methode) te beperkt om goede schattingen te doen. Daarom stellen we voor om vanaf volgend jaar de Pijlstaart, Bergeend, Steenloper en eventueel Drieteenstrandloper van de soortenlijst te halen.
- Om de SEM methode verder te ontwikkelen zou het raadzaam zijn om verschillende scenario's te modelleren door middel van simulaties met de geschatte SEM modellen. Op die manier zouden bijvoorbeeld de effecten van veranderende voedselcondities op de proxies en vogelaantallen beter geïnterpreteerd kunnen worden. Dergelijke simulaties bieden inzicht in de gevoeligheid van de proxies worden onderzocht.
- Het zou zinvol zijn om beide analyse methoden (Wadmap en SEM) met een vollediger prooielijst te analyseren.
- Voor de SEM analyse is het van belang dat de SIBES data van het benthos van alle jaren beschikbaar is.
- Evaluer de SEM methode met Wadmap in meer detail, om tot een onderbouwde en geïntegreerde keuze te komen voor toekomstige monitoringsjaren.

Literatuur

- Auditcommissie. 2014. Advies evaluatie 2007 t/m 2012 en rapportage 2013 van de Auditcommissie. Monitoring van aardgaswinning onder de Waddenzee vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Utrecht.
- Auditcommissie. 2016. Monitoring aardgaswinning onder de Waddenzee vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Advies Auditcommissie over de resultaten van het monitoringsjaar 2015. Rapport nr. 3110, Utrecht.
- Auditcommissie. 2024. Monitoring aardgaswinning onder de Waddenzee vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Projectnummer 3853.
- Bailey, L. D., B. J. Ens, C. Both, D. Heg, K. Oosterbeek, and M. van de Pol. 2017. No phenotypic plasticity in nest-site selection in response to extreme flooding events. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* **372**:20160139.
- Bailey, L. D., B. J. Ens, C. Both, D. Heg, K. Oosterbeek, and M. van de Pol. 2019. Habitat selection can reduce effects of extreme climatic events in a long-lived shorebird. *Journal of Animal Ecology* **88**:1474-1485.
- Bakker, W., B. J. Ens, A. Dokter, H.-J. van der Kolk, K. Rappoldt, M. van de Pol, K. Troost, H. W. van der Veer, A. I. Bijleveld, J. van der Meer, K. Oosterbeek, E. Jongejans, and A. M. Allen. 2021. Connecting foraging and roosting areas reveals how food stocks explain shorebird numbers. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **259**:107458.
- Beukema, J. J. 1974. Seasonal changes in the biomass of the macro-benthos of a tidal flat area in the Dutch Wadden Sea. *Netherlands Journal of Sea Research* **8**:94-107.
- Beukema, J. J. 2002. Expected changes in the benthic fauna of Wadden Sea tidal flats as a result of sea-level rise or bottom subsidence. *Journal of Sea Research* **47**:25-39.
- Beukema, J. J., and G. C. Cadée. 1996. Consequences of the sudden removal of nearly all mussels and cockles from the Dutch Wadden Sea. *Marine Ecology* **17**:279-289.
- Beukema, J. J., R. Dekker, and J. Drent. 2017. Dynamics of a *Limecola (Macoma) balthica* population in a tidal flat area in the western Wadden Sea: effects of declining survival and recruitment. *Helgoland Marine Research* **71**:1-12.
- Beukema, J. J., K. Essink, H. Michaelis, and L. Zwarts. 1993. Year-to-year variability in the biomass of macrobenthic animals on tidal flats of the Wadden Sea: how predictable is this food source for birds? *Journal of Sea Research* **31**:319-330.
- Bijleveld, A. I., P. de la Barra, H. Danielson-Owczynsky, L. Brunner, A. Dekinga, S. Holthuijsen, J. ten Horn, A. de Jong, L. Kleine Schaars, A. Kooij, A. Koolhaas, H. Kressin, F. van Leersum, S. Miguel, L. G. G. de Monte, D. Mosk, A. Niamir, D. Oude Luttikhuis, M.A. Peck, T. Piersma, R. Roohi, L. Serre-Fredj, M. Tacoma, E. van Weerlee, B. de Wit, and R. A. Bom. 2025. SIBES: Long-term and large-scale monitoring of intertidal macrozoobenthos and sediment in the Dutch Wadden Sea. *Scientific Data* **12**:239.
- Bijleveld, A. I., J. A. van Gils, J. van der Meer, A. Dekinga, C. Kraan, H. W. van der Veer, and T. Piersma. 2012. Designing a benthic monitoring programme with multiple conflicting objectives. *Methods in Ecology and Evolution* **3**:526-536.
- Bollen, K. A. 2014. Structural equations with latent variables. John Wiley & Sons.
- Bryant, D. M., and P. Tatner. 1991. Intraspecific variation in avian energy expenditure: correlates and constraints. *Ibis* **133**:236-245.
- Buiter, R., L. Govers, and T. Piersma. 2016. Knooppunt Waddenzee. Bornmeer, Gorredijk.
- Cadée, G. C. 2008. Scholeksters en Japanse oesters. *Natura* **6**:6-7.
- Cervencl, A., K. Troost, E. Dijkman, M. de Jong, C. J. Smit, M. F. Leopold, and B. J. Ens. 2015. Distribution of wintering common eider *Somateria mollissima* in the Dutch Wadden Sea in relation to available food stocks. *Marine Biology* **162**:153-168.
- Compton, T. J., W. Bodnar, A. Koolhaas, A. Dekinga, S. Holthuijsen, J. ten Horn, N. McSweeney, J. A. van Gils, and T. Piersma. 2016. Burrowing behavior of a deposit feeding bivalve predicts change in intertidal ecosystem state. *Frontiers in Ecology and Evolution* **4**.

- Conklin, J. R., Y. I. Verkuil, M. J. M. Lefebvre, P. F. Battley, R. A. Bom, R. E. Gill, Jr., C. J. Hassell, J. Ten Horn, D. R. Ruthrauff, T. L. Tibbitts, P. S. Tomkovich, N. Warnock, T. Piersma, and M. C. Fontaine. 2024. High dispersal ability versus migratory traditions: Fine-scale population structure and post-glacial colonisation in bar-tailed godwits. *Molecular Ecology* **33**:e17452.
- Cresswell, W., and D. P. Whitfield. 1994. The effects of raptor predation on wintering wader populations at the Tynninghame estuary, southeast Scotland. *Ibis* **136**:223-232.
- Dankers, N. M. J. A., E. M. Dijkman, G. de Kort, and A. Meijboom. 2004. De verspreiding en uitbreiding van de Japanse Oester in de Nederlandse Waddenzee. Imares, Den Burg.
- de la Barra, P., G. Aarts, and A. Bijleveld. 2023. The effects of gas extraction under intertidal mudflats on sediment and macrozoobenthic communities. *Journal of Applied Ecology* **61**:390-405.
- Dessborn, L., A. L. Brochet, J. Elmberg, P. Legagneux, M. Gauthier-Clerc, and M. Guillemain. 2011. Geographical and temporal patterns in the diet of pintail *Anas acuta*, wigeon *Anas penelope*, mallard *Anas platyrhynchos* and teal *Anas crecca* in the Western Palearctic. *European Journal of Wildlife Research* **57**:1119-1129.
- Duijns, S., N. A. Hidayati, and T. Piersma. 2013. Bar-tailed godwits *Limosa l. lapponica* eat polychaete worms wherever they winter in Europe. *Bird Study* **60**:509-517.
- Duijns, S., J. Jukema, B. Spaans, P. van Horssen, and T. Piersma. 2012. Revisiting the proposed leap-frog migration of bar-tailed godwits along the East-Atlantic flyway. *Ardea* **100**:37-43.
- Duijns, S., K. Oosterbeek, J. Krol, W. E. van Duin, S. Deuzeman, J. Postma, and C. Kampichler. 2024a. Onderzoek naar de relatie tussen bodemdaling en kans op overstroming van kwelderbroedvogels op Ameland. 2023/34, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Duijns, S., and T. Piersma. 2014. Interference competition in a sexually dimorphic shorebird: prey behaviour explains intraspecific competition. *Animal Behaviour* **92**:195-201.
- Duijns, S., K. Troost, E. van Winden, K. Rappoldt, J. Nienhuis, H. Schekkerman, and E. O. Folmer. 2023. Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - rapportage tot en met monitoringjaar 2022. Sovon-rapport 2022/35, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Duijns, S., K. Troost, E. van Winden, K. Rappoldt, J. Nienhuis, H. Schekkerman, and E. O. Folmer. 2024b. Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - rapportage tot en met monitoringjaar 2023. Sovon-rapport 2024/16, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Duijns, S., K. Troost, E. van Winden, H. Schekkerman, K. Rappoldt, J. Nienhuis, and E. O. Folmer. 2022. Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - rapportage tot en met monitoringjaar 2021. Sovon-rapport 2022/30, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Duijns, S., J. G. B. van Dijk, B. Spaans, J. Jukema, W. F. de Boer, and T. Piersma. 2009. Foraging site selection of two subspecies of bar-tailed godwit *Limosa lapponica*: time minimizers accept greater predation danger than energy minimizers. *Ardea* **97**:51-59.
- Duijns, S., J. A. van Gils, J. Smart, and T. Piersma. 2015. Phenotype-limited distributions: short-billed birds move away during times that prey bury deeply. *Royal Society Open Science* **2**:150073.
- Duijns, S., J. A. van Gils, B. Spaans, J. ten Horn, M. Brugge, and T. Piersma. 2014. Sex-specific winter distribution in a sexually dimorphic shorebird is explained by resource partitioning. *Ecology and Evolution* **4**:4009-4018.
- Durell, S. E. A. L. V. D., and C. P. Kelly. 1990. Diets of dunlin *Calidris alpina* and grey plover *Pluvialis squatarola* on the Wash as determined by dropping analysis. *Bird Study* **37**:44-47.
- Elias, E., and Z. B. Wang. 2013. Abiotische gegevens voor monitoring effect bodemdaling. Deltares, Delft.
- Enners, L., N. Guse, P. Schwemmer, A. L. J. Chagas, C. C. Voigt, and S. Garthe. 2020. Foraging ecology and diet of Eurasian spoonbills (*Platalea leucorodia*) in the German Wadden Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **233**:106539.

- Ens, B. 2006. The conflict between shellfisheries and migratory waterbirds in the Dutch Wadden Sea. Pages 806 - 811 in G. C. Boere, C. A. Galbraith, and D. A. Stroud, editors. *Waterbirds around the world*. The Stationery Office Limited, Edinburgh, UK.
- Ens, B., B. Aarts, K. H. Oosterbeek, M. Roodbergen, H. Sierdsema, R. Slaterus, and W. Teunissen. 2009a. Onderzoek naar de oorzaken van de dramatische achteruitgang van de Scholekster in Nederland. *Limosa* **82**:83-92.
- Ens, B. J., B. Aarts, C. Hallmann, K. Oosterbeek, H. Sierdsema, R. Slaterus, G. Troost, C. van Turnhout, P. Wiersma, and E. van Winden. 2011. Scholeksters in de knel: onderzoek naar de oorzaken van de dramatische achteruitgang van de Scholekster in Nederland. SOVON-onderzoeksrapport 2011/13, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Ens, B. J., J. Blew, M. W. J. Roomen, and C. A. M. Van Turnhout. 2009b. Exploring contrasting trends of migratory waterbirds in the Wadden Sea. *Wadden Sea Ecosystem* No. 27., Wilhelmshaven, Germany.
- Ens, B. J., A. G. Brinkman, E. M. Dijkman, H. W. G. Meesters, M. Kersten, A. Brenninkmeijer, and F. Twisk. 2005. Modelling the distribution of waders in the Westerschelde; what is the predictive power of abiotic variables? *Alterra-rapport* 1193, Alterra, Wageningen.
- Ens, B. J., A. Dokter, K. Rappoldt, and K. Oosterbeek. 2015a. Wat bepaalt de draagkracht van de Waddenzee voor wadvogels: onderzoek naar het verspreidingsgedrag van scholeksters. *Sovon-rapport* 2015/02, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Ens, B. J., R. Eckhardt, C. Kampichler, R. Kleefstra, H. Schekkerman, J. van Wijk, and J. Nienhuis. 2021a. Aard en omvang verstoring van overtuigende wadvogels voor de kwelder bij Westhoek – seizoen 2020 (nulmeting (To) dynamisch zoneren). *Sovon Vogelonderzoek Nederland*, Nijmegen.
- Ens, B. J., and R. K. H. Kats. 2004. Evaluatie van voedselreservering voor eidereenden in de Waddenzee - rapportage in het kader van EVA II deelproject B2. *Alterra*, Wageningen.
- Ens, B. J., M. Kersten, J. Krol, J. van der Meer, J. Wijsman, H. Schekkerman, C. J. Smit, and K. Rappoldt. 2016. Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - rapportage tot en met monitoringjaar 2015. *Sovon-rapport* 2016/15, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Ens, B. J., M. Kersten, J. Wijsman, J. van der Meer, H. Schekkerman, E. van Winden, and K. Rappoldt. 2017. Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - rapportage tot en met monitoringjaar 2016. *Sovon-rapport* 2017/15, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Ens, B. J., J. Krol, J. van der Meer, H. Piening, J. Wijsman, H. Schekkerman, and K. Rappoldt. 2015b. Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag. *Sovon Vogelonderzoek Nederland*, Nijmegen.
- Ens, B. J., A. C. Smaal, and J. de Vlas. 2004. The effects of shellfish fishery on the ecosystems of the Dutch Wadden Sea and Oosterschelde. Final report on the second phase of the scientific evaluation of the Dutch shellfish fishery policy (EVA II). *Alterra*, Wageningen.
- Ens, B. J., K. Troost, E. van Winden, H. Schekkerman, K. Rappoldt, J. van Kessel, and J. Nienhuis. 2020. Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - rapportage tot en met monitoringjaar 2019. *Sovon-rapport* 2020/25, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Ens, B. J., K. Troost, E. Winden, H. Schekkerman, C. Rappoldt, J. van Kessel, and J. Nienhuis. 2021b. Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - rapportage tot en met monitoringjaar 2020. *Sovon-rapport* 2021/35, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Ens, B. J., J. van der Meer, K. Troost, E. van Winden, H. Schekkerman, and K. Rappoldt. 2018. Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - rapportage tot en met monitoringjaar 2017. *Sovon Vogelonderzoek Nederland*, Nijmegen.
- Ens, B. J., J. van der Meer, K. Troost, E. van Winden, H. Schekkerman, and K. Rappoldt. 2019. Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - rapportage tot en met monitoringjaar 2018. *Sovon-rapport* 2019/22, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Ens, B. J., and L. Zwarts. 1980. Wulpen op het wad van Moddergat. *Watervogels* **5**:108-120.

- Folmer, E., A. Dekinga, S. Holthuijsen, J. van der Meer, D. Mosk, T. Piersma, and H. van der Veer. 2017. Species distribution models of intertidal benthos.
- Folmer, E. O., B. J. Ens, and E. M. van der Zee. 2021. Analysis of high tide roost use and benthos availability for twelve shorebird species in the Dutch Wadden Sea. A&W rapport 19-469, Sovon-rapport 2021/52, Ecospace Ecological Research and Consultancy, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv.
- Gawehn, M. 2024. Monitoring wadplaatareaal Friesche Zeegat met LiDAR (2010-2023). Document ID 11206685-006-ZKS-0001, Deltares, Delft.
- Goss-Custard, J. D., and S. Durell. 1988. The effect of dominance and feeding method on the intake rates of Oystercatchers, *Haematopus ostralegus*, feeding on mussels. *Journal of Animal Ecology* **57**:827-844.
- Goss-Custard, J. D., A. D. West, M. G. Yates, R. W. G. Caldow, R. A. Stillman, L. Bardsley, J. Castilla, M. Castro, V. Dierschke, S. Durell, G. Eichhorn, B. J. Ens, K. M. Exo, P. U. Udayangani-Fernando, P. N. Ferns, P. A. R. Hockey, J. A. Gill, I. Johnstone, B. Kalejta-Summers, J. A. Masero, F. Moreira, R. V. Nagarajan, I. P. F. Owens, C. Pacheco, A. Perez-Hurtado, D. Rogers, G. Scheiffarth, H. Sitters, W. J. Sutherland, P. Triplet, D. H. Worrall, Y. Zharikov, L. Zwarts, and R. A. Pettifor. 2006. Intake rates and the functional response in shorebirds (Charadriiformes) eating macro-invertebrates. *Biological Reviews* **81**:501-529.
- Granadeiro, J. P., J. Andrade, and J. M. Palmeirim. 2004. Modelling the distribution of shorebirds in estuarine areas using generalised additive models. *Journal of Sea Research* **52**:227-240.
- Hirakawa, H. 1995. Diet optimization with a nutrient or toxin constraint. *Theoretical Population Biology* **47**:331-346.
- Holling, C. S. 1959. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *Canadian Entomologist* **91**:385-398.
- Hornman, M., K. K., C. van Oostveen, E. van Winden, J. Louwe Kooijmans, R. Kleefstra, and L. Soldaat. 2024. Watervogels in Nederland in 2022/2023. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Jouta, J., P. de Goeij, T. Lok, E. Velilla, C. J. Camp-huysen, M. Leopold, H. W. van der Veer, H. Olff, O. Overdijk, and T. Piersma. 2018. Unexpected dietary preferences of Eurasian spoonbills in the Dutch Wadden Sea: spoonbills mainly feed on small fish not shrimp. *Journal of Ornithology* **159**:839-849.
- Kersten, M., A. Brenninkmeijer, and J. de Jong. 2014. De hvp op de Feugelpôlle. Effect van verstoring op het aantal vogels. A&W-rapport 2033, A&W, Feanwâlden.
- Kersten, M., A. Brenninkmeijer, J. Krol, A. Kijk in de Vegte, and J. T. de Jong. 2016. De HVP op de Feugelpolle in 2016. Effect van werkzaamheden aan de waddijk op het aantal vogels tijdens hoogwater. Ecosense rapport 3, Ecosense, Groningen.
- Kersten, M., and T. Piersma. 1987. High-levels of energy-expenditure in shorebirds - metabolic adaptations to an energetically expensive way of life. *Ardea* **75**:175-187.
- Kleefstra, R., T. Bregnballe, J. Frikke, K. Günther, B. Hälterlein, M. B. Hansen, M. Hornman, J. Ludwig, J. Meyer, and G. Scheiffarth. 2022. Trends of migratory and wintering waterbirds in the Wadden Sea 1987/1988 - 2019/2020., Common Wadden Sea Secretariat, Expert Group Migratory Birds, Wilhelmshaven, Germany.
- Kleefstra, R., E. Groenhof, H. Schekkerman, E. van Winden, J. Nienhuis, and S. Duijns. 2023. Aard en omvang verstoring van overwinterende wadvogels voor de kwelder bij Westhoek – seizoen 2022 (effectmeting (T1) dynamisch zoneren). Sovon-rapport 2023/22, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Kleefstra, R., and H. Schekkerman. 2019. De 'krombekken' van Westhoek. *Limosa* **92**:65-73.
- Kleefstra, R., C. Smit, C. Kraan, G. Aarts, J. van Dijk, and M. de Jong. 2011. Het toegenomen belang van de Nederlandse Waddenzee voor ruiende Bergeenden. *Limosa* **84**:145-154.
- Koffijberg, K., J. Blew, K. Eskildsen, K. Günther, B. Koks, K. Laursen, L. Rasmussen, P. Potel, and P. Südbeck. 2003. High tide roosts in the Wadden Sea. A Review of Bird Distribution, Protection Regimes and Potential Sources of Anthropogenic Disturbance. Project **34**.

- Koffijberg, K., P. de Boer, S. C. V. Geelhoed, J. Nienhuis, H. Schekkerman, K. Oosterbeek, and J. Postma. 2021. Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee in 2019. Sovon-rapport 2021/40, Wageningen Marine Research-rapport CO64/21, Nijmegen.
- Kraan, C., G. Aarts, J. Van der Meer, and T. Piersma. 2010. The role of environmental variables in structuring landscape-scale species distributions in seafloor habitats. *Ecology* **91**:1583-1590.
- Kraan, C., J. A. van Gils, B. Spaans, A. Dekinga, A. I. Bijleveld, M. van Roomen, R. Kleefstra, and T. Piersma. 2009. Landscape-scale experiment demonstrates that Wadden Sea intertidal flats are used to capacity by molluscivore migrant shorebirds. *Journal of Animal Ecology* **78**:1259-1268.
- Krijgsveld, K. L., B. Klaassen, and J. van der Winden. 2022. Verstoring van vogels door recreatie. Literatuurstudie van verstoringsgevoeligheid en overzicht van maatregelen. Deel 2 soortbesprekingen., Uitgave Vogelbescherming Nederland, Zeist.
- Maclean, I. M. D., G. E. Austin, M. M. Rehfish, J. Blew, O. Crowe, S. Delany, K. Devos, B. Deceuninck, K. Gunther, K. Laursen, M. Van Roomen, and J. Wahl. 2008. Climate change causes rapid changes in the distribution and site abundance of birds in winter. *Global Change Biology* **14**:2489-2500.
- Manche, P., R. Kleefstra, H. Schekkerman, M. van Roomen, and S. Duijns. 2023. Verdiepende monitoring van kustbroedvogels in Wij&Wadvogels: Jaarrapportage 2022. Sovon rapport 2023/32.
- Meesters, H. W. G., K. S. Dijkema, W. E. van Duin, C. J. Smit, N. M. J. A. Dankers, P. J. H. Reijnders, R. K. H. Kats, and M. L. de Jong. 2006. Natuurwaarden in de kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag en mogelijke effecten van bodemdaling door gaswinnig. Alterra rapport 1310, Alterra rapport 1310, Wageningen.
- NAM. 2014. Monitoringprogramma Waddenwinningen 2014-2019 - Bijlage bij de Wnb-vergunningen voor gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. EP201403214360.
- Navedo, J. G., J. S. Gutiérrez, P. Salmón, D. Arranz, M. Novo, D. J. Díaz-Cosín, A. G. Herrera, and J. A. Masero. 2019. Food supply, prey selection and estimated consumption of wintering Eurasian curlews feeding on earthworms at coastal pastures. *Ardea* **107**:263-274.
- Pakanen, V.-M., and O. Thorup. 2016. Apparent adult survival of the critically endangered Baltic dunlin *Calidris alpina schinzii* during a period of strong population decline. *Bird Study*:1-10.
- Paree, E., A. S. Kers, R. Jentink, J.-R. Hendriks, and M. J. Baptist. 2020. Toelichting op de zoute ecotoepenkaart Waddenzee 2017. Rijkswaterstaat Centrale Informatievoorziening.
- Penning, E., F. 2023. Sanderlinks. University of Groningen, Groningen.
- Penning, E., L. L. Govers, R. Dekker, and T. Piersma. 2021. Advancing presence and changes in body size of brown shrimp Crangon crangon on intertidal flats in the western Dutch Wadden Sea, 1984–2018. *Marine Biology* **168**:160.
- Penning, E., Y. I. Verkuil, L. Klunder, and J. Reneerkens. 2022. Sanderlings feed on a diverse spectrum of prey worldwide but primarily rely on brown shrimp in the Wadden Sea. *Ardea* **110**:187-220, 134.
- Philippart, C. J. M., J. J. Beukema, G. C. Cadée, R. Dekker, P. W. Goedhart, J. M. van Iperen, M. F. Leopold, and P. M. J. Herman. 2007. Impacts of nutrient reduction on coastal communities. *Ecosystems* **10**:96-119.
- Piersma, T. 2007. Using the power of comparison to explain habitat use and migration strategies of shorebirds worldwide. *Journal of Ornithology* **148**:S45-S59.
- Piersma, T., P. Prokosch, and D. Bredin. 1992. The migration system of Afro-Siberian Knots *Calidris canutus canutus*. *Wader Study Group Bulletin* **64**:52-63.
- Rakhimberdiev, E., S. Duijns, J. Karagicheva, C. J. Camphuysen, VRS Castricum, A. Dekinga, R. Dekker, A. Gavrilov, J. ten Horn, J. Jukema, A. Saveliev, M. Soloviev, T. L. Tibbitts, J. A. van Gils, and T. Piersma. 2018. Fuelling conditions at staging sites can mitigate Arctic warming effects in a migratory bird. *Nature Communications* **9**:4263.
- Rappoldt, C., and B. J. Ens. 2013. Het effect van bodemdaling op overwinterende Scholeksters in de Waddenzee. Een modelstudie met WEBTICS. EcoCurves rapport 17/ Sovon-rapport 2013/19, EcoCurves en Sovon Vogelonderzoek Nederland, Haren/Nijmegen.
- Rappoldt, C., B. J. Ens, and H. Schekkerman. 2019. Wadvogel habitat model Wadmap; Technische documentatie. EcoCurves rapport 30, EcoCurves, Haren.

- Rappoldt, C., O. R. Roosenschoon, and D. W. G. van Kraalingen. 2014. Intertides: maps of the intertidal by interpolation of tidal gauge data. EcoCurves Rapport 19, EcoCurves, haren.
- Schekkerman, H. 2022. Advies vogelmonitoring in de Waddenzee. Waddenacademie, Leeuwarden.
- Spaans, B., L. W. Bruinzeel, and C. J. Smit. 1996. Effecten van verstoring door mensen op wadvogels in de Waddenzee en de Oosterschelde. Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek (IBN-DLO).
- Suykerbuyk, W., L. Van den Boogaart, A. Hamer, B. Walles, K. Troost, and M. Tangelder. 2021. Hittestress op intergetijdenplaten van de Oosterschelde. rapport Co26/21, Wageningen Marine Research, Wageningen.
- Taal, M., A. Cado van der Lelij, P. Herman, W. Stolte, T. Boudewijn, H. van der Jagt, S. Duijns, and P. Goethals. 2020. Update Evaluatiemethodiek: verhaallijnen.
- Thies, L., P. Tomkovich, N. d. Remedios, T. Lislevand, P. Pinchuk, J. Wallander, J. Dänhardt, B. Þórisson, D. Blomqvist, and C. Küpper. 2018. Population and subspecies differentiation in a high latitude breeding wader, the common ringed plover *Charadrius hiaticula*. *Ardea* **106**:163-176.
- Troost, K., and M. van Asch. 2018. Effecten van hand-kokkelvisserij op het kokkelbestand in de Waddenzee. Een theoretische benadering. Wageningen University & Research rapport Co72/18, Wageningen Marine Research, Yerseke.
- Troost, K., M. van Asch, E. Brummelhuis, D. van den Ende, Y. van Es, K. J. Perdon, J. van der Pool, C. van Zweeden, and J. van Zwol. 2021. Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone, Waddenzee en zoute deltawateren in 2020. CVO rapport 21.001, Stichting Wageningen Research, Centrum voor Visserijonderzoek (CVO), IJmuiden.
- Troost, K., M. van Asch, S. Cornelisse, S. Glorius, D. van den Ende, Y. van Es, M. Keur, K. J. Perdon, J. van der Pool, Suykerbuyk, W., C. van Zweeden, and J. van Zwol. 2023. Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone, Waddenzee en zoute deltawateren in 2022. CVO rapport: 23.009, IJmuiden.
- Troost, K., M. van Asch, D. van den Ende, Y. van Es, K. J. Perdon, J. van der Pool, Suykerbuyk, W., C. van Zweeden, and J. van Zwol. 2022. Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone, Waddenzee en zoute deltawateren in 2021. CVO rapport: 22.011, IJmuiden.
- van de Kam, J., B. Ens, T. Piersma, and L. Zwarts. 2004. Shorebirds: an illustrated behavioural ecology. KNNV Publishers, Utrecht.
- van de Pol, M., L. D. Bailey, M. Frauendorf, A. M. Allen, M. van der Sluijs, N. Hijner, L. Brouwer, H. de Kroon, E. Jongejans, and B. J. Ens. 2024. Sea-level rise causes shorebird population collapse before habitats drown. *Nature Climate Change*.
- van de Pol, M., B. J. Ens, D. Heg, L. Brouwer, J. Krol, M. Maier, K.-M. Exo, K. Oosterbeek, T. Lok, C. M. Eising, and K. Koffijberg. 2010a. Do changes in the frequency, magnitude and timing of extreme climatic events threaten the population viability of coastal birds? *Journal of Applied Ecology* **47**:720-730.
- van de Pol, M., B. J. Ens, K. Oosterbeek, L. Brouwer, S. Verhulst, J. M. Tinbergen, A. L. Rutten, and M. d. Jong. 2009. Oystercatchers' bill shapes as a proxy for diet specialization: More differentiation than meets the eye. *Ardea* **97**:335-347, 313.
- van de Pol, M., Y. Vindenes, B. E. Saether, S. Engen, B. J. Ens, K. Oosterbeek, and J. M. Tinbergen. 2010b. Effects of climate change and variability on population dynamics in a long-lived shorebird. *Ecology* **91**:1192-1204.
- van den Ende, D., K. Troost, M. van Asch, J. Perdon, and C. van Zweeden. 2020. Mosselbanken en oesterbanken op droogvallende platen van de Nederlandse zoute getijdenwateren in 2019: bestand en arealen. CVO rapport: 19.022, Stichting Wageningen Research, Centrum voor Visserijonderzoek (CVO), IJmuiden.
- van den Hout, P. J. 2009. Mortaliteit is het topje van een ijsberg van angst. Over slechtvalken en steltlopers in de Waddenzee. *Limosa* **82**:122-133.
- Van der Jeugd, H. P., B. J. Ens, M. Versluijs, and H. Schekkerman. 2014. Geïntegreerde monitoring van vogels van de Nederlandse Waddenzee. Vogel-trekstation report 2014-01 / Sovon-rapport 2014/18, Vogeltrekstation / Sovon, Wageningen / Nijmegen.
- van der Kolk, H. 2021. Stay or fly away? Impact of human disturbance on shorebird individuals and populations. Radboud University, Nijmegen.
- van der Meer, J., N. Dankers, B. J. Ens, M. van Stralen, K. Troost, and A. M. Waser. 2019. The birth, growth and death of intertidal soft-sediment bivalve beds: no need for large-scale restoration programs in the Dutch Wadden Sea. *Ecosystems* **22**:1024-1034.

- van Gils, J. A., S. R. de Rooij, J. van Belle, J. van der Meer, A. Dekinga, T. Piersma, and R. Drent. 2005. Digestive bottleneck affects foraging decisions in red knots *Calidris canutus*. I. Prey choice. *Journal of Animal Ecology* **74**:105-119.
- van Gils, J. A., T. Piersma, A. Dekinga, B. Spaans, and C. Kraan. 2006. Shellfish dredging pushes a flexible avian top predator out of a marine protected area. *PLOS Biology* **4**:2399-2404.
- van Roomen, M., J. Reneerkens, G. Citegetse, O. Crowe, K. Gueye, T. Langendoen, T. Dodman, K. Meise, and H. Schekkerman. 2025. East Atlantic Flyway Assessment 2023. The status of coastal waterbird populations and their sites. Wilhelmshaven, Germany, Wetlands International, Wageningen, The Netherlands, BirdLife International, Cambridge, United Kingdom
- van Stralen, M., K. Troost, and C. van Zweeden. 2012. Ontwikkeling van banken Japanse oesters (*Crassostrea gigas*) op droogvallende platen in de Waddenzee. Rapport 2012.101, Imares, Scharendijke
- van Turnhout, C., and M. van Roomen. 2008. Drieteenstrandlopers in Nederland: steeds meer wad- steeds minder strandvogel? *Limosa* **81**:1-10.
- Wang, Z. B., and W. D. Eysink. 2005. Abiotische effecten van bodemdaling in de Waddenzee door gaswinning. Vloedkommen van het Friesche Zeegat. Rapport Z3995.
- Waser, A. M., S. Deuzeman, A. K. w. Kangeri, E. van Winden, J. Postma, P. de Boer, J. van der Meer, and B. J. Ens. 2016. Impact on bird fauna of a non-native oyster expanding into blue mussel beds in the Dutch Wadden Sea. *Biological Conservation* **202**:39-49.
- Whitfield, D. P. 2003. Redshank *Tringa totanus* flocking behaviour, distance from cover and vulnerability to sparrowhawk *Accipiter nisus* predation. *Journal of Avian Biology* **34**:163-169.
- Yates, M. G., J. D. Goss-Custard, S. McGrorty, K. H. Lakhani, S. Durell, R. T. Clarke, W. E. Rispin, I. Moy, T. Yates, R. A. Plant, and A. J. Frost. 1993. Sediment characteristics, invertebrate densities and shorebird densities on the inner banks of the Wash. *Journal of Applied Ecology* **30**:599-614.
- Zhou, Z., T. J. Bouma, G. S. Fivash, T. Ysebaert, L. van Ijzerloo, J. van Dalen, B. van Dam, and B. Walles. 2022. Thermal stress affects bioturbators' burrowing behavior: A mesocosm experiment on common cockles (*Cerastoderma edule*). *Science of The Total Environment* **824**:153621.
- Zwarts, L., and P. Esselink. 1989. Versatility of male curlews *Numenius arquata* preying upon *Nereis diversicolor*: deploying contrasting capture modes dependent on prey availability. *Marine Ecology Progress Series* **56**:255-269.
- Zwarts, L., and J. H. Wanink. 1993. How the food supply harvestable by waders in the Wadden Sea depends on the variation in energy density, body weight, biomass, burying depth and behavior of tidal-flat invertebrates. *Netherlands Journal of Sea Research* **31**:441-476.
- Zwarts, L., J. H. Wanink, and B. J. Ens. 1996. Predicting seasonal and annual fluctuations in the local exploitation of different prey by oystercatchers *Haematopus ostralegus*: A ten-year study in the Wadden Sea. *Ardea* **84A**:401-440.

Bijlage I - De opnamedatum van de LiDAR kaarten

Tabel met de seizoenen waarvoor gerekend is en de opnamedatum van de LiDAR kaart die bij die berekeningen is gebruikt.

Datum berekening	Datum LiDAR kaart
2008 voorjaar	2010 voorjaar
2008 najaar/winter	2010 voorjaar
2009 voorjaar	2010 voorjaar
2009 najaar/winter	2010 voorjaar
2010 voorjaar	2010 voorjaar
2010 najaar/winter	2011 najaar
2011 voorjaar	2011 voorjaar
2011 najaar/winter	2011 najaar
2012 voorjaar	2011 voorjaar
2012 najaar/winter	2012 najaar
2013 voorjaar	2014 voorjaar
2013 najaar/winter	2013 najaar
2014 voorjaar	2014 voorjaar
2014 najaar/winter	2013 najaar
2015 voorjaar	2016 voorjaar
2015 najaar/winter	2016 najaar
2016 voorjaar	2016 voorjaar
2016 najaar/winter	2016 najaar
2017 voorjaar	2017 voorjaar
2017 najaar/winter	2017 najaar
2018 voorjaar	2018 voorjaar
2018 najaar/winter	2018 najaar
2019 voorjaar	2019 voorjaar
2019 najaar	2019 voorjaar
2020 voorjaar	2020 najaar
2020 najaar	2020 najaar
2021 voorjaar	2021 najaar
2021 najaar	2021 najaar
2022 voorjaar	2022 najaar
2022 najaar	2022 najaar
2023 voorjaar	2023 najaar
2023 najaar	2023 najaar
2024 voorjaar	2024 najaar
2024 najaar	2024 najaar

Bijlage II - Trends in de proxies

Trends over 2008-2024 voor de proxies voor draagkracht (7 proxies voor elk van de 26 soort-seizoen combinaties) in Pinkegat en Zoutkamperlaag en de bijbehorende statistische beoordeling van de significantie. Trendmodel: Proxy ~ SIBESYear. Gegeven zijn de schatting van het intercept van dit trendmodel, met standaardfout (SE_int), Student's t statistic (t_int) en overschrijdingskans (P_int) voor de toets of Intercept afwijkt van 0, de schatting van de hellingshoek (slope) met standaardfout (SE) en t-statistic en overschrijdingskans voor de afwijking van 0, en het significantieniveau hiervan (*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001).

Vogelmaand	Proxy	Intercept	SE_int	t_int	P_int	slope	SE_slope	t_slope	P_slope	***	uitspraak
Bergeend_Jan	Oppervlak	-25450,8	28396,7	-0,90	0,38	12,963	14,086	0,92	0,3720		geen sign. verandering
Bergeend_Jan	BMaanw	1597,3	9093,9	0,18	0,86	-0,616	4,511	-0,14	0,8932		geen sign. verandering
Bergeend_Jan	BMoogst	-2442,5	1769,2	-1,38	0,19	1,227	0,878	1,40	0,1822		geen sign. verandering
Bergeend_Jan	BMoogstDroog	-644,1	666,7	-0,97	0,35	0,326	0,331	0,98	0,3405		geen sign. verandering
Bergeend_Jan	FRaanw	-167542,2	130329,7	-1,29	0,22	86,706	64,647	1,34	0,1998		geen sign. verandering
Bergeend_Jan	FRoogst	-53592,7	59365,1	-0,90	0,38	27,275	29,447	0,93	0,3690		geen sign. verandering
Bergeend_Jan	FRoogstDroog	-7456,3	24329,6	-0,31	0,76	3,960	12,068	0,33	0,7473		geen sign. verandering
Bergeend_Sep	Oppervlak	-139203,8	95006,8	-1,47	0,16	71,316	47,126	1,51	0,1510		geen sign. verandering
Bergeend_Sep	BMaanw	3339,3	19011,2	0,18	0,86	-1,288	9,430	-0,14	0,8932		geen sign. verandering
Bergeend_Sep	BMoogst	-11551,6	8777,1	-1,32	0,21	5,856	4,354	1,35	0,1986		geen sign. verandering
Bergeend_Sep	BMoogstDroog	-3793,2	3631,7	-1,04	0,31	1,932	1,801	1,07	0,3005		geen sign. verandering
Bergeend_Sep	FRaanw	-350255,3	272460,8	-1,29	0,22	181,263	135,149	1,34	0,1998		geen sign. verandering
Bergeend_Sep	FRoogst	-407761,0	305382,4	-1,34	0,20	208,562	151,479	1,38	0,1888		geen sign. verandering
Bergeend_Sep	FRoogstDroog	-110182,5	129231,2	-0,85	0,41	57,140	64,103	0,89	0,3868		geen sign. verandering
Bontbek_Mei	Oppervlak	-78443,8	55771,7	-1,41	0,18	43,550	27,664	1,57	0,1363		geen sign. verandering
Bontbek_Mei	BMaanw	-25418,6	6585,6	-3,86	0,00	12,768	3,267	3,91	0,0014	**	toename met 12,8/jr
Bontbek_Mei	BMoogst	-25555,9	6367,6	-4,01	0,00	12,832	3,159	4,06	0,0010	**	toename met 12,8/jr
Bontbek_Mei	BMoogstDroog	-10269,0	2633,0	-3,90	0,00	5,162	1,306	3,95	0,0013	**	toename met 5,2/jr
Bontbek_Mei	FRaanw	-166306,1	73280,8	-2,27	0,04	86,510	36,350	2,38	0,0310	*	toename met 86,5/jr
Bontbek_Mei	FRoogst	-170730,9	75094,7	-2,27	0,04	88,687	37,249	2,38	0,0310	*	toename met 88,7/jr
Bontbek_Mei	FRoogstDroog	-44424,1	27927,6	-1,59	0,13	23,730	13,853	1,71	0,1073		geen sign. verandering
Bontbek_Sep	Oppervlak	-56115,8	52977,0	-1,06	0,31	32,535	26,278	1,24	0,2347		geen sign. verandering
Bontbek_Sep	BMaanw	-31663,5	8203,6	-3,86	0,00	15,905	4,069	3,91	0,0014	**	toename met 15,9/jr
Bontbek_Sep	BMoogst	-31809,7	7924,0	-4,01	0,00	15,973	3,931	4,06	0,0010	**	toename met 16/jr
Bontbek_Sep	BMoogstDroog	-11564,4	3156,1	-3,66	0,00	5,813	1,566	3,71	0,0021	**	toename met 5,8/jr
Bontbek_Sep	FRaanw	-207164,3	91284,6	-2,27	0,04	107,764	45,280	2,38	0,0310	*	toename met 107,8/jr
Bontbek_Sep	FRoogst	-207948,9	92252,7	-2,25	0,04	108,144	45,760	2,36	0,0320	*	toename met 108,1/jr
Bontbek_Sep	FRoogstDroog	-45304,6	35794,2	-1,27	0,22	24,360	17,755	1,37	0,1902		geen sign. verandering
BonteStrandloper_Mei	Oppervlak	-82683,8	85539,2	-0,97	0,35	47,234	42,430	1,11	0,2831		geen sign. verandering
BonteStrandloper_Mei	BMaanw	-1365,4	15362,4	-0,09	0,93	0,988	7,620	0,13	0,8985		geen sign. verandering
BonteStrandloper_Mei	BMoogst	-2458,8	10992,7	-0,22	0,83	1,429	5,453	0,26	0,7968		geen sign. verandering
BonteStrandloper_Mei	BMoogstDroog	-431,5	5338,1	-0,08	0,94	0,312	2,648	0,12	0,9078		geen sign. verandering
BonteStrandloper_Mei	FRaanw	-193901,3	100931,9	-1,92	0,07	101,584	50,065	2,03	0,0606		geen sign. verandering
BonteStrandloper_Mei	FRoogst	-200594,4	101959,6	-1,97	0,07	104,877	50,575	2,07	0,0557		geen sign. verandering
BonteStrandloper_Mei	FRoogstDroog	-37710,9	40469,3	-0,93	0,37	20,943	20,074	1,04	0,3133		geen sign. verandering
BonteStrandloper_Sep	Oppervlak	-59981,1	86050,3	-0,70	0,50	36,077	42,684	0,85	0,4113		geen sign. verandering
BonteStrandloper_Sep	BMaanw	-1700,9	19136,6	-0,09	0,93	1,231	9,492	0,13	0,8985		geen sign. verandering
BonteStrandloper_Sep	BMoogst	-291,7	13424,7	-0,02	0,98	0,401	6,659	0,06	0,9527		geen sign. verandering
BonteStrandloper_Sep	BMoogstDroog	963,2	5842,1	0,16	0,87	-0,370	2,898	-0,13	0,9002		geen sign. verandering
BonteStrandloper_Sep	FRaanw	-242751,5	126396,2	-1,92	0,07	127,120	62,696	2,03	0,0608		geen sign. verandering
BonteStrandloper_Sep	FRoogst	-246863,2	126688,0	-1,95	0,07	129,145	62,841	2,06	0,0577		geen sign. verandering
BonteStrandloper_Sep	FRoogstDroog	-34543,2	57724,3	-0,60	0,56	19,616	28,633	0,69	0,5037		geen sign. verandering
Drieteen_Mei	Oppervlak	11590,7	43743,9	0,26	0,79	-2,662	21,698	-0,12	0,9040		geen sign. verandering
Drieteen_Mei	BMaanw	-834,6	3764,4	-0,22	0,83	0,513	1,867	0,27	0,7871		geen sign. verandering
Drieteen_Mei	BMoogst	-1463,3	3615,2	-0,40	0,69	0,817	1,793	0,46	0,6553		geen sign. verandering
Drieteen_Mei	BMoogstDroog	-89,7	1456,1	-0,06	0,95	0,084	0,722	0,12	0,9090		geen sign. verandering
Drieteen_Mei	FRaanw	-51312,0	35812,9	-1,43	0,17	27,927	17,764	1,57	0,1368		geen sign. verandering
Drieteen_Mei	FRoogst	-49710,9	35650,5	-1,39	0,18	27,119	17,684	1,53	0,1460		geen sign. verandering
Drieteen_Mei	FRoogstDroog	2976,4	15726,2	0,19	0,85	-0,488	7,801	-0,06	0,9510		geen sign. verandering
Drieteen_Sep	Oppervlak	2535,5	41636,2	0,06	0,95	1,886	20,653	0,09	0,9284		geen sign. verandering
Drieteen_Sep	BMaanw	-1039,7	4689,2	-0,22	0,83	0,639	2,326	0,27	0,7871		geen sign. verandering
Drieteen_Sep	BMoogst	-1797,1	4509,4	-0,40	0,70	1,005	2,237	0,45	0,6597		geen sign. verandering
Drieteen_Sep	BMoogstDroog	-171,1	1743,2	-0,10	0,92	0,129	0,865	0,15	0,8835		geen sign. verandering
Drieteen_Sep	FRaanw	-63290,1	45184,2	-1,40	0,18	34,469	22,413	1,54	0,1449		geen sign. verandering
Drieteen_Sep	FRoogst	-62854,5	45224,7	-1,39	0,18	34,247	22,433	1,53	0,1477		geen sign. verandering
Drieteen_Sep	FRoogstDroog	5149,3	19020,9	0,27	0,79	-1,466	9,435	-0,16	0,8786		geen sign. verandering

Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag

Vogelmaand	Proxy	Intercept	SE_int	t_int	P_int	slope	SE_slope	t_slope	P_slope	***	uitspraak
Kanoet_Aug	Oppervlak	61786,7	144495,3	0,43	0,68	-27,602	71,674	-0,39	0,7056		geen sign. verandering
Kanoet_Aug	BMaanw	167896,9	69084,6	2,43	0,03	-81,768	34,268	-2,39	0,0306	*	afname met -81,8/jr
Kanoet_Aug	BMoogst	-4104,4	11263,5	-0,36	0,72	2,168	5,587	0,39	0,7034		geen sign. verandering
Kanoet_Aug	BMoogstDroog	-2716,1	5012,6	-0,54	0,60	1,407	2,486	0,57	0,5798		geen sign. verandering
Kanoet_Aug	FRaanw	-60624,1	90806,4	-0,67	0,51	32,291	45,043	0,72	0,4845		geen sign. verandering
Kanoet_Aug	FRoogst	-58610,5	88812,8	-0,66	0,52	30,978	44,054	0,70	0,4927		geen sign. verandering
Kanoet_Aug	FRoogstDroog	-30125,5	36737,9	-0,82	0,43	15,765	18,223	0,87	0,4006		geen sign. verandering
Kanoet_Jan	Oppervlak	-80703,2	47110,7	-1,71	0,11	40,522	23,368	1,73	0,1034		geen sign. verandering
Kanoet_Jan	BMaanw	75655,6	31130,1	2,43	0,03	-36,845	15,441	-2,39	0,0306	*	afname met -36,8/jr
Kanoet_Jan	BMoogst	-3307,0	1717,1	-1,93	0,07	1,649	0,852	1,94	0,0719		geen sign. verandering
Kanoet_Jan	BMoogstDroog	-1433,8	739,4	-1,94	0,07	0,715	0,367	1,95	0,0701		geen sign. verandering
Kanoet_Jan	FRaanw	-14404,8	58202,4	-0,25	0,81	8,267	28,870	0,29	0,7785		geen sign. verandering
Kanoet_Jan	FRoogst	-68994,2	35271,6	-1,96	0,07	34,537	17,496	1,97	0,0671		geen sign. verandering
Kanoet_Jan	FRoogstDroog	-27165,3	15441,3	-1,76	0,10	13,626	7,659	1,78	0,0955		geen sign. verandering
Kluut_Nov	Oppervlak	-78875,6	67783,4	-1,16	0,26	40,804	33,623	1,21	0,2437		geen sign. verandering
Kluut_Nov	BMaanw	-4667,2	4490,9	-1,04	0,32	2,384	2,228	1,07	0,3015		geen sign. verandering
Kluut_Nov	BMoogst	-5834,5	4362,9	-1,34	0,20	2,954	2,164	1,36	0,1924		geen sign. verandering
Kluut_Nov	BMoogstDroog	-2111,1	2270,4	-0,93	0,37	1,071	1,126	0,95	0,3566		geen sign. verandering
Kluut_Nov	FRaanw	-149545,9	107010,9	-1,40	0,18	77,259	53,081	1,46	0,1661		geen sign. verandering
Kluut_Nov	FRoogst	-151354,0	116666,0	-1,30	0,21	77,827	57,870	1,34	0,1987		geen sign. verandering
Kluut_Nov	FRoogstDroog	-42496,0	67832,4	-0,63	0,54	22,165	33,647	0,66	0,5200		geen sign. verandering
Kluut_Sep	Oppervlak	-83887,6	62993,4	-1,33	0,20	43,564	31,247	1,39	0,1836		geen sign. verandering
Kluut_Sep	BMaanw	-6500,6	6255,0	-1,04	0,32	3,320	3,103	1,07	0,3015		geen sign. verandering
Kluut_Sep	BMoogst	-8227,7	6195,8	-1,33	0,20	4,169	3,073	1,36	0,1950		geen sign. verandering
Kluut_Sep	BMoogstDroog	-2725,3	2550,5	-1,07	0,30	1,388	1,265	1,10	0,2899		geen sign. verandering
Kluut_Sep	FRaanw	-208289,6	149046,2	-1,40	0,18	107,608	73,931	1,46	0,1661		geen sign. verandering
Kluut_Sep	FRoogst	-214430,6	152983,4	-1,40	0,18	110,465	75,884	1,46	0,1661		geen sign. verandering
Kluut_Sep	FRoogstDroog	-56437,7	61564,0	-0,92	0,37	29,665	30,538	0,97	0,3467		geen sign. verandering
Pijlstaart_Jan	Oppervlak	-45044,7	37210,5	-1,21	0,24	22,851	18,458	1,24	0,2347		geen sign. verandering
Pijlstaart_Jan	BMaanw	49170,6	15732,0	3,13	0,01	-24,087	7,804	-3,09	0,0075	**	afname met -24,1/jr
Pijlstaart_Jan	BMoogst	-3070,5	1834,4	-1,67	0,11	1,542	0,910	1,70	0,1107		geen sign. verandering
Pijlstaart_Jan	BMoogstDroog	-930,7	736,5	-1,26	0,23	0,469	0,365	1,28	0,2184		geen sign. verandering
Pijlstaart_Jan	FRaanw	-107286,4	82788,2	-1,30	0,21	55,460	41,065	1,35	0,1969		geen sign. verandering
Pijlstaart_Jan	FRoogst	-78310,9	64028,6	-1,22	0,24	39,698	31,760	1,25	0,2305		geen sign. verandering
Pijlstaart_Jan	FRoogstDroog	-17101,5	27846,4	-0,61	0,55	8,821	13,813	0,64	0,5327		geen sign. verandering
Pijlstaart_Nov	Oppervlak	-59543,4	72073,0	-0,83	0,42	32,201	35,750	0,90	0,3820		geen sign. verandering
Pijlstaart_Nov	BMaanw	73802,9	23613,1	3,13	0,01	-36,153	11,713	-3,09	0,0075	**	afname met -36,2/jr
Pijlstaart_Nov	BMoogst	3108,8	7480,1	0,42	0,68	-1,439	3,710	-0,39	0,7035		geen sign. verandering
Pijlstaart_Nov	BMoogstDroog	1539,1	3765,1	0,41	0,69	-0,720	1,868	-0,39	0,7052		geen sign. verandering
Pijlstaart_Nov	FRaanw	-161032,0	124261,3	-1,30	0,21	83,243	61,637	1,35	0,1969		geen sign. verandering
Pijlstaart_Nov	FRoogst	-161032,0	124261,3	-1,30	0,21	83,243	61,637	1,35	0,1969		geen sign. verandering
Pijlstaart_Nov	FRoogstDroog	-39385,1	74715,3	-0,53	0,61	20,869	37,061	0,56	0,5817		geen sign. verandering
RosseGrutto_Aug	Oppervlak	-28948,3	85663,6	-0,34	0,74	21,118	42,492	0,50	0,6264		geen sign. verandering
RosseGrutto_Aug	BMaanw	4513,1	21110,6	0,21	0,83	-1,520	10,471	-0,15	0,8865		geen sign. verandering
RosseGrutto_Aug	BMoogst	5063,7	20433,3	0,25	0,81	-1,845	10,136	-0,18	0,8580		geen sign. verandering
RosseGrutto_Aug	BMoogstDroog	-588,7	8266,9	-0,07	0,94	0,539	4,101	0,13	0,8972		geen sign. verandering
RosseGrutto_Aug	FRaanw	514676,4	955196,9	0,54	0,60	-222,804	473,807	-0,47	0,6449		geen sign. verandering
RosseGrutto_Aug	FRoogst	502427,9	960420,6	0,52	0,61	-217,000	476,398	-0,46	0,6553		geen sign. verandering
RosseGrutto_Aug	FRoogstDroog	187543,5	400806,8	0,47	0,65	-81,225	198,812	-0,41	0,6886		geen sign. verandering
RosseGrutto_Mei	Oppervlak	2415,9	94685,9	0,03	0,98	5,077	46,967	0,11	0,9153		geen sign. verandering
RosseGrutto_Mei	BMaanw	3412,9	15964,4	0,21	0,83	-1,149	7,919	-0,15	0,8865		geen sign. verandering
RosseGrutto_Mei	BMoogst	4145,2	15480,5	0,27	0,79	-1,564	7,679	-0,20	0,8414		geen sign. verandering
RosseGrutto_Mei	BMoogstDroog	3751,4	6637,9	0,57	0,58	-1,660	3,293	-0,50	0,6215		geen sign. verandering
RosseGrutto_Mei	FRaanw	424778,2	749656,6	0,57	0,58	-185,554	371,852	-0,50	0,6250		geen sign. verandering
RosseGrutto_Mei	FRoogst	438226,7	761589,6	0,58	0,57	-192,726	377,772	-0,51	0,6174		geen sign. verandering
RosseGrutto_Mei	FRoogstDroog	324232,6	296481,1	1,09	0,29	-150,872	147,064	-1,03	0,3212		geen sign. verandering
Scholekster_Jan	Oppervlak	58201,8	67973,0	0,86	0,41	-27,953	33,717	-0,83	0,4201		geen sign. verandering
Scholekster_Jan	BMaanw	85965,1	30165,6	2,85	0,01	-41,845	14,963	-2,80	0,0136	*	afname met -41,8/jr
Scholekster_Jan	BMoogst	47026,9	21915,5	2,15	0,05	-23,113	10,871	-2,13	0,0505		geen sign. verandering
Scholekster_Jan	BMoogstDroog	18511,5	7904,8	2,34	0,03	-9,104	3,921	-2,32	0,0347	*	afname met -9,1/jr
Scholekster_Jan	FRaanw	178102,1	135517,9	1,31	0,21	-84,750	67,221	-1,26	0,2267		geen sign. verandering
Scholekster_Jan	FRoogst	84847,3	97525,3	0,87	0,40	-40,840	48,376	-0,84	0,4118		geen sign. verandering
Scholekster_Jan	FRoogstDroog	45648,4	37699,7	1,21	0,24	-22,159	18,700	-1,18	0,2545		geen sign. verandering
Scholekster_Sep	Oppervlak	190566,3	141523,7	1,35	0,20	-91,008	70,200	-1,30	0,2144		geen sign. verandering
Scholekster_Sep	BMaanw	179714,4	63062,7	2,85	0,01	-87,480	31,281	-2,80	0,0136	*	afname met -87,5/jr
Scholekster_Sep	BMoogst	175425,6	72482,1	2,42	0,03	-85,908	35,953	-2,39	0,0304	*	afname met -85,9/jr
Scholekster_Sep	BMoogstDroog	65986,4	25013,0	2,64	0,02	-32,333	12,407	-2,61	0,0199	*	afname met -32,3/jr
Scholekster_Sep	FRaanw	372331,4	283307,0	1,31	0,21	-177,174	140,529	-1,26	0,2267		geen sign. verandering

Vogelmaand	Proxy	Intercept	SE_int	t_int	P_int	slope	SE_slope	t_slope	P_slope	***	uitspraak
Scholekster_Sep	FRoogst	377121,9	292513,7	1,29	0,22	-180,330	145,096	-1,24	0,2330		geen sign. verandering
Scholekster_Sep	FRoogstDroog	155759,7	103631,7	1,50	0,15	-74,671	51,404	-1,45	0,1669		geen sign. verandering
Steenloper_Aug	Oppervlak	173885,1	102519,4	1,70	0,11	-84,283	50,853	-1,66	0,1182		geen sign. verandering
Steenloper_Aug	BMaanw	75921,1	23231,0	3,27	0,01	-37,252	11,523	-3,23	0,0056	**	afname met -37,3/jr
Steenloper_Aug	BMoogst	4693,7	14391,0	0,33	0,75	-2,221	7,138	-0,31	0,7599		geen sign. verandering
Steenloper_Aug	BMoogstDroog	2931,8	5904,4	0,50	0,63	-1,406	2,929	-0,48	0,6382		geen sign. verandering
Steenloper_Aug	FRaanw	38555,0	73963,7	0,52	0,61	-17,432	36,688	-0,48	0,6415		geen sign. verandering
Steenloper_Aug	FRoogst	36480,7	69541,5	0,52	0,61	-16,566	34,495	-0,48	0,6380		geen sign. verandering
Steenloper_Aug	FRoogstDroog	17875,8	27439,5	0,65	0,52	-8,219	13,611	-0,60	0,5549		geen sign. verandering
Steenloper_Jan	Oppervlak	-21749,4	35794,1	-0,61	0,55	11,114	17,755	0,63	0,5408		geen sign. verandering
Steenloper_Jan	BMaanw	34210,6	10468,1	3,27	0,01	-16,786	5,192	-3,23	0,0056	**	afname met -16,8/jr
Steenloper_Jan	BMoogst	-5706,7	3615,5	-1,58	0,14	2,839	1,793	1,58	0,1342		geen sign. verandering
Steenloper_Jan	BMoogstDroog	-1645,8	1091,6	-1,51	0,15	0,819	0,541	1,51	0,1511		geen sign. verandering
Steenloper_Jan	FRaanw	30979,8	35790,9	0,87	0,40	-14,698	17,753	-0,83	0,4207		geen sign. verandering
Steenloper_Jan	FRoogst	-17152,1	29001,4	-0,59	0,56	8,739	14,386	0,61	0,5526		geen sign. verandering
Steenloper_Jan	FRoogstDroog	-1316,1	10261,7	-0,13	0,90	0,736	5,090	0,14	0,8870		geen sign. verandering
Tureluur_Jan	Oppervlak	-94663,6	61751,5	-1,53	0,15	49,076	30,631	1,60	0,1300		geen sign. verandering
Tureluur_Jan	BMaanw	1710,9	4335,4	0,39	0,70	-0,771	2,151	-0,36	0,7248		geen sign. verandering
Tureluur_Jan	BMoogst	-4619,3	2994,5	-1,54	0,14	2,336	1,485	1,57	0,1367		geen sign. verandering
Tureluur_Jan	BMoogstDroog	-901,7	1265,6	-0,71	0,49	0,465	0,628	0,74	0,4704		geen sign. verandering
Tureluur_Jan	FRaanw	-92875,2	48557,4	-1,91	0,08	48,276	24,086	2,00	0,0634		geen sign. verandering
Tureluur_Jan	FRoogst	-103173,9	57685,1	-1,79	0,09	53,042	28,614	1,85	0,0835		geen sign. verandering
Tureluur_Jan	FRoogstDroog	1109,5	28201,9	0,04	0,97	0,172	13,989	0,01	0,9904		geen sign. verandering
Tureluur_Jul	Oppervlak	-73127,5	49661,2	-1,47	0,16	39,450	24,633	1,60	0,1301		geen sign. verandering
Tureluur_Jul	BMaanw	3728,3	9447,7	0,39	0,70	-1,681	4,686	-0,36	0,7248		geen sign. verandering
Tureluur_Jul	BMoogst	-840,6	9662,9	-0,09	0,93	0,576	4,793	0,12	0,9060		geen sign. verandering
Tureluur_Jul	BMoogstDroog	267,9	4519,5	0,06	0,95	-0,062	2,242	-0,03	0,9781		geen sign. verandering
Tureluur_Jul	FRaanw	-202392,8	105815,9	-1,91	0,08	105,203	52,488	2,00	0,0634		geen sign. verandering
Tureluur_Jul	FRoogst	-209002,1	107640,5	-1,94	0,07	108,403	53,393	2,03	0,0604		geen sign. verandering
Tureluur_Jul	FRoogstDroog	-55780,3	53673,3	-1,04	0,32	29,593	26,624	1,11	0,2838		geen sign. verandering
Wulp_Jan	Oppervlak	1760,9	75320,4	0,02	0,98	1,161	37,361	0,03	0,9756		geen sign. verandering
Wulp_Jan	BMaanw	-22416,5	20678,4	-1,08	0,30	11,448	10,257	1,12	0,2819		geen sign. verandering
Wulp_Jan	BMoogst	-167,0	9354,5	-0,02	0,99	0,241	4,640	0,05	0,9592		geen sign. verandering
Wulp_Jan	BMoogstDroog	3187,4	3774,0	0,84	0,41	-1,523	1,872	-0,81	0,4286		geen sign. verandering
Wulp_Jan	FRaanw	41714,8	193950,6	0,22	0,83	-14,007	96,205	-0,15	0,8862		geen sign. verandering
Wulp_Jan	FRoogst	54533,4	186977,5	0,29	0,77	-22,068	92,746	-0,24	0,8151		geen sign. verandering
Wulp_Jan	FRoogstDroog	120232,6	84878,2	1,42	0,18	-57,830	42,102	-1,37	0,1898		geen sign. verandering
Wulp_Sep	Oppervlak	33519,3	98306,1	0,34	0,74	-12,972	48,763	-0,27	0,7938		geen sign. verandering
Wulp_Sep	BMaanw	-46862,8	43229,3	-1,08	0,30	23,932	21,443	1,12	0,2819		geen sign. verandering
Wulp_Sep	BMoogst	-9348,1	26381,6	-0,35	0,73	5,101	13,086	0,39	0,7022		geen sign. verandering
Wulp_Sep	BMoogstDroog	-1624,1	9796,5	-0,17	0,87	0,980	4,859	0,20	0,8428		geen sign. verandering
Wulp_Sep	FRaanw	217315,7	471048,7	0,46	0,65	-91,903	233,654	-0,39	0,6996		geen sign. verandering
Wulp_Sep	FRoogst	225733,8	472042,0	0,48	0,64	-96,755	234,147	-0,41	0,6853		geen sign. verandering
Wulp_Sep	FRoogstDroog	155190,5	175070,8	0,89	0,39	-71,341	86,840	-0,82	0,4242		geen sign. verandering
Zilverplevier_Jan	Oppervlak	-113993,0	94261,4	-1,21	0,25	59,490	46,757	1,27	0,2226		geen sign. verandering
Zilverplevier_Jan	BMaanw	-1876,3	4808,6	-0,39	0,70	1,045	2,385	0,44	0,6675		geen sign. verandering
Zilverplevier_Jan	BMoogst	-5595,5	4181,0	-1,34	0,20	2,841	2,074	1,37	0,1908		geen sign. verandering
Zilverplevier_Jan	BMoogstDroog	-986,9	1819,9	-0,54	0,60	0,515	0,903	0,57	0,5768		geen sign. verandering
Zilverplevier_Jan	FRaanw	-114929,2	98729,6	-1,16	0,26	61,565	48,973	1,26	0,2279		geen sign. verandering
Zilverplevier_Jan	FRoogst	-141467,9	104752,8	-1,35	0,20	73,099	51,961	1,41	0,1799		geen sign. verandering
Zilverplevier_Jan	FRoogstDroog	3901,7	50676,2	0,08	0,94	-0,820	25,137	-0,03	0,9744		geen sign. verandering
Zilverplevier_Mei	Oppervlak	-117049,5	147018,6	-0,80	0,44	64,034	72,926	0,88	0,3938		geen sign. verandering
Zilverplevier_Mei	BMaanw	-3148,9	8070,0	-0,39	0,70	1,754	4,003	0,44	0,6675		geen sign. verandering
Zilverplevier_Mei	BMoogst	-3963,9	7711,1	-0,51	0,61	2,132	3,825	0,56	0,5854		geen sign. verandering
Zilverplevier_Mei	BMoogstDroog	-982,0	3283,9	-0,30	0,77	0,559	1,629	0,34	0,7364		geen sign. verandering
Zilverplevier_Mei	FRaanw	-192878,5	165691,7	-1,16	0,26	103,321	82,188	1,26	0,2279		geen sign. verandering
Zilverplevier_Mei	FRoogst	-227104,3	174219,5	-1,30	0,21	119,954	86,418	1,39	0,1854		geen sign. verandering
Zilverplevier_Mei	FRoogstDroog	-50391,8	65736,6	-0,77	0,46	28,008	32,607	0,86	0,4039		geen sign. verandering

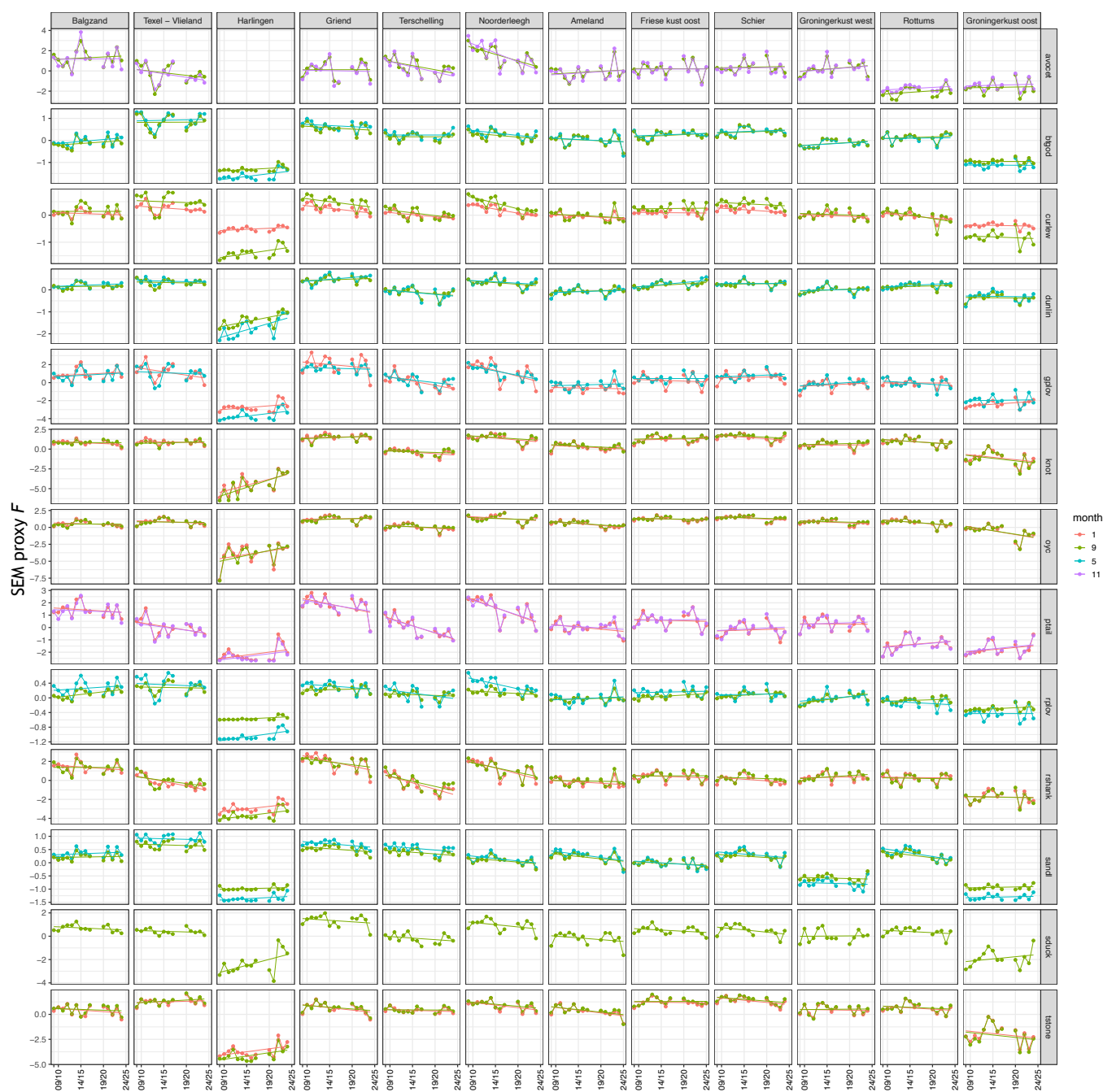
Bijlage III - Trends in SEM proxy

Trends over 2008-2024 voor de geschatte aantallen vogels (*Nhat*) uit de SEM analyse in alle deelgebieden. De gaswinning vindt plaats onder Ameland, en de gebieden waarvan een mogelijk negatief effect te verwachten is Ameland en Friese kust Oost (gebied 6 en 7 uit Figuur 7.1). Trendmodel: (*Fp*) ~ Year+Month. Gegeven zijn de schatting van het intercept van dit trendmodel (beta), met standaardfout (beta.se), Student's t statistic (*t_value*) en overschrijdingskans (*P_value*) voor de toets of Intercept afwijkt van 0, de schatting van de hellingshoek (slope) met standaardfout (SE) en t-statistic en overschrijdingskans voor de afwijking van 0, en het significantieniveau hiervan (**P*<0.05, ***P*<0.01, ****P*<0.001). De laatste kolom geeft het deelgebied aan (Friese kust oost of Ameland).

Vogelmaand	Proxy	Intercept	SE_int	t_int	P_int	slope	SE_slope	t_slope	P_slope	***	uitspraak	Deelgebied
Bergeend_Sep	FPhat_m	41,6	32,1	1,30	0,22	-0,020	0,016	-1,28	0,2226		geen sign. verandering	Friese Kust Oost
Bontbek_Mei	FPhat_m	-4,8	13,4	-0,36	0,73	0,002	0,007	0,37	0,7190		geen sign. verandering	Friese Kust Oost
Bontbek_Sep	FPhat_m	-15,6	7,9	-1,97	0,07	0,008	0,004	1,97	0,0700		geen sign. verandering	Friese Kust Oost
BonteStrandloper_Mei	FPhat_m	-38,4	14,3	-2,69	0,02	0,019	0,007	2,71	0,0179		toename met 0/jr	Friese Kust Oost
BonteStrandloper_Sep	FPhat_m	-24,7	12,6	-1,96	0,07	0,012	0,006	1,98	0,0696		geen sign. verandering	Friese Kust Oost
Drieteen_Mei	FPhat_m	22,8	15,5	1,47	0,17	-0,011	0,008	-1,47	0,1658		geen sign. verandering	Friese Kust Oost
Drieteen_Sep	FPhat_m	16,7	12,4	1,35	0,20	-0,008	0,006	-1,35	0,2007		geen sign. verandering	Friese Kust Oost
Kanoet_Jan	FPhat_m	-22,6	45,2	-0,50	0,62	0,012	0,022	0,53	0,6061		geen sign. verandering	Friese Kust Oost
Kanoet_Sep	FPhat_m	-17,7	41,5	-0,43	0,68	0,009	0,021	0,46	0,6542		geen sign. verandering	Friese Kust Oost
Kluut_Nov	FPhat_m	-2,5	80,1	-0,03	0,98	0,001	0,040	0,03	0,9737		geen sign. verandering	Friese Kust Oost
Kluut_Sep	FPhat_m	3,1	65,0	0,05	0,96	-0,001	0,032	-0,04	0,9658		geen sign. verandering	Friese Kust Oost
Pijlstaart_Jan	FPhat_m	19,5	59,8	0,33	0,75	-0,009	0,030	-0,32	0,7572		geen sign. verandering	Friese Kust Oost
Pijlstaart_Nov	FPhat_m	-6,3	61,1	-0,10	0,92	0,003	0,030	0,11	0,9120		geen sign. verandering	Friese Kust Oost
RosseGrutto_Mei	FPhat_m	-14,6	15,5	-0,94	0,36	0,007	0,008	0,96	0,3566		geen sign. verandering	Friese Kust Oost
RosseGrutto_Sep	FPhat_m	-20,1	18,2	-1,11	0,29	0,010	0,009	1,12	0,2832		geen sign. verandering	Friese Kust Oost
Scholekster_Jan	FPhat_m	33,1	29,4	1,12	0,28	-0,016	0,015	-1,08	0,2983		geen sign. verandering	Friese Kust Oost
Scholekster_Sep	FPhat_m	24,6	24,0	1,02	0,32	-0,012	0,012	-0,97	0,3487		geen sign. verandering	Friese Kust Oost
Steenloper_Jan	FPhat_m	14,5	37,1	0,39	0,70	-0,007	0,018	-0,36	0,7264		geen sign. verandering	Friese Kust Oost
Steenloper_Sep	FPhat_m	-1,6	34,7	-0,05	0,96	0,001	0,017	0,08	0,9345		geen sign. verandering	Friese Kust Oost
Tureluur_Jan	FPhat_m	32,9	46,8	0,70	0,49	-0,016	0,023	-0,69	0,4995		geen sign. verandering	Friese Kust Oost
Tureluur_Sep	FPhat_m	-1,8	43,7	-0,04	0,97	0,001	0,022	0,05	0,9584		geen sign. verandering	Friese Kust Oost
Wulp_Jan	FPhat_m	3,2	11,4	0,28	0,78	-0,002	0,006	-0,28	0,7867		geen sign. verandering	Friese Kust Oost
Wulp_Sep	FPhat_m	-3,0	18,1	-0,17	0,87	0,002	0,009	0,18	0,8606		geen sign. verandering	Friese Kust Oost
Zilverplevier_Jan	FPhat_m	34,0	65,2	0,52	0,61	-0,017	0,032	-0,52	0,6132		geen sign. verandering	Friese Kust Oost
Zilverplevier_Mei	FPhat_m	0,1	46,1	0,00	1,00	0,000	0,023	0,01	0,9943		geen sign. verandering	Friese Kust Oost
Bergeend_Sep	FPhat_m	60,8	53,0	1,15	0,27	-0,030	0,026	-1,15	0,2709		geen sign. verandering	Ameland
Bontbek_Mei	FPhat_m	-10,4	18,3	-0,57	0,58	0,005	0,009	0,57	0,5797		geen sign. verandering	Ameland
Bontbek_Sep	FPhat_m	-7,9	9,7	-0,82	0,43	0,004	0,005	0,82	0,4289		geen sign. verandering	Ameland
BonteStrandloper_Mei	FPhat_m	-13,8	17,8	-0,77	0,45	0,007	0,009	0,77	0,4563		geen sign. verandering	Ameland
BonteStrandloper_Sep	FPhat_m	-11,7	13,6	-0,86	0,41	0,006	0,007	0,85	0,4092		geen sign. verandering	Ameland
Drieteen_Mei	FPhat_m	46,0	20,0	2,31	0,04	-0,023	0,010	-2,29	0,0392		afname met 0/jr	Ameland
Drieteen_Sep	FPhat_m	36,1	15,9	2,28	0,04	-0,018	0,008	-2,26	0,0413		afname met 0/jr	Ameland
Kanoet_Jan	FPhat_m	58,2	43,1	1,35	0,20	-0,029	0,021	-1,35	0,2014		geen sign. verandering	Ameland
Kanoet_Sep	FPhat_m	53,6	38,3	1,40	0,19	-0,026	0,019	-1,39	0,1878		geen sign. verandering	Ameland
Kluut_Nov	FPhat_m	-56,6	85,9	-0,66	0,52	0,028	0,043	0,66	0,5230		geen sign. verandering	Ameland
Kluut_Sep	FPhat_m	-49,6	74,8	-0,66	0,52	0,025	0,037	0,66	0,5194		geen sign. verandering	Ameland
Pijlstaart_Jan	FPhat_m	70,2	46,6	1,51	0,16	-0,035	0,023	-1,51	0,1555		geen sign. verandering	Ameland
Pijlstaart_Nov	FPhat_m	43,7	48,7	0,90	0,39	-0,022	0,024	-0,90	0,3858		geen sign. verandering	Ameland
RosseGrutto_Mei	FPhat_m	21,2	29,2	0,73	0,48	-0,011	0,014	-0,73	0,4806		geen sign. verandering	Ameland
RosseGrutto_Sep	FPhat_m	19,6	26,4	0,74	0,47	-0,010	0,013	-0,74	0,4708		geen sign. verandering	Ameland
Scholekster_Jan	FPhat_m	112,9	35,0	3,23	0,01	-0,056	0,017	-3,22	0,0067		afname met -0,1/jr	Ameland
Scholekster_Sep	FPhat_m	99,0	29,3	3,38	0,00	-0,049	0,015	-3,36	0,0051		afname met 0/jr	Ameland
Steenloper_Jan	FPhat_m	111,7	41,4	2,70	0,02	-0,055	0,021	-2,69	0,0186		afname met -0,1/jr	Ameland
Steenloper_Sep	FPhat_m	100,2	42,1	2,38	0,03	-0,050	0,021	-2,37	0,0337		afname met 0/jr	Ameland
Tureluur_Jan	FPhat_m	57,6	41,7	1,38	0,19	-0,029	0,021	-1,39	0,1890		geen sign. verandering	Ameland
Tureluur_Sep	FPhat_m	17,0	52,0	0,33	0,75	-0,008	0,026	-0,33	0,7474		geen sign. verandering	Ameland
Wulp_Jan	FPhat_m	17,4	10,5	1,66	0,12	-0,009	0,005	-1,67	0,1193		geen sign. verandering	Ameland
Wulp_Sep	FPhat_m	17,3	20,4	0,85	0,41	-0,009	0,010	-0,85	0,4113		geen sign. verandering	Ameland
Zilverplevier_Jan	FPhat_m	18,1	43,9	0,41	0,69	-0,009	0,022	-0,43	0,6770		geen sign. verandering	Ameland
Zilverplevier_Mei	FPhat_m	-28,1	57,7	-0,49	0,64	0,014	0,029	0,48	0,6380		geen sign. verandering	Ameland

Bijlage IV - SEM proxy F per soort, deelgebied en maand

De relatie per soort, deelgebied en maand voor voedselbeschikbaarheid in termen van de latente variabele F (de SEM proxy) en jaar (voor 10 lambda = 0.1) voor alle deelgebieden. In de figuur zijn ook de trendlijnen opgenomen. Voor het MLV gebied zijn de deelgebieden Ameland en Friese kust oost van belang.





In opdracht van:



NAM

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

