



Ontwikkelingen vis en overige mobiele fauna in de Oosterschelde vanaf 1970

Auteur(s): Ingrid Tulp, Karolina Molla Gazi, Chun Chen, Jeroen Wijsman

Wageningen University &
Research rapport C095/23

Ontwikkelingen vis en overige mobiele fauna in de Oosterschelde vanaf 1970

Auteur(s): Ingrid Tulp, Karolina Molla Gazi, Chun Chen, Jeroen Wijsman

Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research
IJmuiden, 20 december 2023

Wageningen Marine Research rapport C095/23

Opdrachtgever: Nationaal Park Oosterschelde
T.a.v.: Dhr Krijn Jan Provoost
Postbus 6001
4330 LA Middelburg

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/644505>
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

© Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research, instituut
binnen de rechtspersoon Stichting
Wageningen Research, hierbij
vertegenwoordigd door
Drs.ir. M.T. van Manen, directeur
bedrijfsvoering

KvK nr. 09098104,
WMR BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

Wageningen Marine Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor
gevolg schade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de
resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen
Marine Research. Opdrachtgever vrijwaart Wageningen Marine Research van
aanspraken van derden in verband met deze toepassing.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag weergegeven en/of
gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden
zonder schriftelijke toestemming van de uitgever of auteur.

A_4_3_1 V32 (2021)

Inhoud

Inhoud

Samenvatting	5
1 Inleiding	8
2 Kennisvraag	9
3 Ontwikkelingen Oosterschelde	10
4 Methoden	12
4.1 Werkwijze	12
4.2 Startworkshop	12
4.3 Deskstudie naar trends en huidige situatie onderwaternatuur	13
4.4 Opstellen soortenlijst	13
4.5 DFS survey	14
4.6 DFS analyse: trefkans van soorten	14
4.7 DFS Trendberekening: Algemene Additieve Modellen (GAM)	16
4.8 Duiden van trends en knelpuntenanalyse	17
5 Resultaten	18
5.1 Workshop	18
5.2 Soortenlijst	18
5.3 Ontwikkelingen mobiele fauna	20
5.3.1 Demersal Fish Survey: vissen algemeen beeld	20
5.3.2 Monitoringproject Onderwater Oever: vissen, kwallen en kreeftachtigen	31
5.3.3 MijnVismaat: vissen	33
5.3.4 Overige informatie vissen	36
5.3.5 Bruinvissen en zeehonden	36
6 Duiden van trends en knelpuntenanalyse	38
6.1 Samenvatting trends vissen DFS en MOO	38
6.2 Samenvatting trends epibenthos DFS en MOO	38
6.3 Duiding trends en knelpuntenanalyse	39
6.3.1 Vissen	39
6.3.2 Overige soorten	42
6.4 Aanbevelingen in het kader van een onderwaterreservaat Oosterschelde	43
6.5 Aanbevelingen onderzoek	45
6.5.1 Effecten menselijk gebruik	45
6.5.2 Voedselweb Oosterschelde	45
6.5.3 Gebiedsgebruik migrerende vissoorten	45
7 Dankwoord	46
8 Kwaliteitsborging	47
Literatuur	48
Bijlage 1. Resultaat Mentimeter startbijeenkomst	51

Bijlage 2. Trendanalyses DFS: kinderkamersorten	60
Bijlage 3. Trendanalyses DFS: residente soorten	68
Bijlage 4. Trendanalyses DFS: trekvissoorten	80
Bijlage 5. Trendanalyses DFS: seizoensgasten	81
Bijlage 6. Trendanalyses DFS: epibenthossoorten	82

Samenvatting

Het Nationaal Park Oosterschelde wil verkennen wat de mogelijkheden zijn voor de inrichting van een onderwaterreservaat in de Oosterschelde. Dit met het doel om een impuls te geven aan de onderwaternatuur. Als eerste stap is het van belang om een goed beeld te hebben van de huidige status en trends van de onderwaternatuur in de Oosterschelde. Omdat de ontwikkelingen in de bodemfauna al eerder goed is beschreven ligt in dit project de focus op trends en ontwikkelingen in de mobiele fauna (vis, inktvis, zeezoogdieren, kreeft). Dit is de eerste stap in een proces waarbij onderzocht wordt of de instelling van een mogelijk onderwaterreservaat (in welke vorm dan ook) een middel zou kunnen zijn om de onderwaternatuur in de Oosterschelde te versterken.

Bij aanvang van het project is in een workshop met de kerngroep en uitgenodigde experts de focus van de studie aangescherpt. Uit een Mentimetersessie bleek dat het idee dat het er niet goed voorstaat met de onderwaternatuur in de Oosterschelde breed gedeeld wordt, waarbij met name karakteristieke soorten als zeeekat, ansjovis en bruinvis werden genoemd als soorten in de problemen. Als bedreigingen voor de onderwaternatuur werden genoemd klimaatverandering, zandhonger, intensief gebruik, visserij, beperkt getij en beperkte migratiemogelijkheden. De afsluitingen in het kader van de deltawerken de periode 1960-1987 werden niet expliciet genoemd.

Bij het maken van het overzicht van trends zijn in deze studie een aantal informatiebronnen gebruikt: (1) De resultaten van de reguliere bodemvissurvey (Demersal Fish Survey, DFS) die jaarlijks wordt uitgevoerd door Wageningen Marine Research, (2) de observaties van duikers vanuit het Monitoringproject Onderwater Oevers (MOO) van Stichting Anemoon en (3) de gegevens van sportvissers verzameld door Sportvisserij Nederland, aangevuld met informatie van experts. Deze drie sets zijn complementair: de DFS is gericht op de bodembewonende (jonge/kleine) vissen en mobiele epibenthosoorten in de geulen, het MOO wordt uitgevoerd langs de hard substraat oevers en de observaties door sportvissers betreffen grotere vissoorten vanaf de kant en vanuit boten. Uit de DFS survey zijn trends berekend voor verschillende visgildes (bijvoorbeeld kinderkamersoorten, residente soorten) en een aantal individuele soorten, waarbij onderscheid is gemaakt tussen deelgebieden binnen de Oosterschelde en in vergelijking met de Westerschelde en de Voordelta. Vergelijkingen met andere gebieden binnen en buiten de delta kunnen soms helpen om mogelijke oorzaken uit te sluiten of juist waarschijnlijke oorzaken aan te wijzen.

Trends

Uit de DFS blijkt dat de meest voorkomende vissoort in zowel de Ooster- als Westerschelde over alle jaren is schol, gevolgd door grondel, tong, schar, haring, steenbol, bot en wijting. Dat geldt zowel voor de Ooster- als Westerschelde. Opvallende verschillen tussen beide gebieden in de ontwikkeling in de tijd zijn bijvoorbeeld een toename van spiering en zeebaars, die minder prominent is in de Oosterschelde. Over de hele tijdperiode vanaf 1970 is er een stijging opgetreden in het aantal soorten. De toename heeft waarschijnlijk vooral te maken met de komst van nieuwe soorten. Na 2010 neemt het aantal aangetroffen soorten in de Oosterschelde wel af, maar niet in de Westerschelde en Voordelta.

Het gros van de visbiomassa in de Oosterschelde komt op het conto van kinderkamersoorten. De totale visbiomassa is na een toename vanaf 1970 tot 1980, sinds de jaren 1980 sterk afgenomen, waarbij de afname in de Oosterschelde veel sterker is dan die in de Westerschelde. Dit patroon heeft zich ook in de Waddenzee voorgedaan en in mindere mate ook langs de Nederlandse kust. Ook veel residente soorten laten overeenkomstige negatieve trends in beide zeearmen zien. Gunstige uitzonderingen hierop zijn bot, botervis en zeenaalden. Soorten die over de afgelopen twee decennia in de Oosterschelde toenames laten zien zijn pelagische zoöplanktonetende soorten: smelt, haring en zeenaalden (zandspieringen stabiel). Voor vissen komen de trends uit de DFS gegevens en MOO gegevens goed overeen. Opvallende recente positieve ontwikkelingen uit de waarnemingen door

sportvissers betreffen de vangsten van gladde haaien, zeebaars en pijlstaartroggen in de Oosterschelde.

Voor benthosoorten vertonen de trends verschillen tussen de DFS en MOO, die waarschijnlijk verband houden met verschil in dekingsgebied (geulen versus hard substraatranden). Garnaal en strandkrab zijn stabiel in het MOO maar nemen af c.q. toe in de DFS. Zeester is stabiel (na een aanvankelijke toename) in DFS, maar de trend is negatief in het MOO. Overige soortgroepen uit het MOO (kwallen, kreeftachtigen) laten geen duidelijke trend als groep zien.

De trendontwikkeling voor gewone en grijze zeehonden in de delta als geheel is positief. In de Oosterschelde komen vooral gewone en nauwelijks grijze zeehonden voor. Het aantal waargenomen jonge gewone zeehonden groeit maar is waarschijnlijk nog te laag om de lokale populatie op peil te houden. Voor bruinvissen ontbreken consistent uitgevoerde tellingen, maar de beschikbare informatie laat geen duidelijke trend zien.

Duiding trends

Door de aanleg van de deltawerken zijn de abiotische condities in de Oosterschelde sterk veranderd. De combinatie van afnemende doorspoeling van met name het oostelijk deel, oplopende watertemperatuur en saliniteit en afname in nutriënten is geen gunstige mix van omstandigheden voor veel vissoorten. Deze factoren kunnen op allerlei verschillende manieren doorwerken, variërend van directe effecten op fysiologie tot indirecte effecten via de voedselketen of gedrag. Naast veranderingen in abiotiek zijn andere menselijke invloeden zoals visserij, vervuiling, veranderingen in habitat, voedselaanbod of predatiedruk mogelijke verklarende factoren. Hiernaar is echter weinig gericht onderzoek gedaan.

De grootste verandering in totale visbiomassa in de Oosterschelde komt op het conto van **kinderkamersoorten**. Dit patroon is ook bekend uit de Waddenzee en het is in diverse studies aannemelijk gemaakt dat dit grotendeels veroorzaakt wordt door de opwarming van het water. Daarnaast is deze maat vis (<10cm) ook gevoelig voor bijvangst in de garnalenvisserij.

Opvallend is de toename van botervis in de Oosterschelde, een soort met een sterke voorkeur voor hard substraat. Andere **hard substraatsoorten** zoals kabeljauw, wijting, steenbolk, vijfdradige meun, harnasmannetje en zeedonderpad laten echter een afname zien. Afgezien van wijting, kabeljauw en steenbolk zijn dit **residente soorten**. Gezien het feit dat er zeker geen vermindering in hard substraat is opgetreden (eerder een toename als gevolg van de ontwikkeling van Japanse oesters) lijkt habitat niet een logische oorzaak. Voor deze soorten spelen waarschijnlijk andere regulerende factoren mee, mogelijk zelfs op de Noordzee.

De toename in de **grotere soorten** zoals pijlstaartrog, zeebaars en gevlekte gladde haai houdt waarschijnlijk verband met het warmer wordende water. Gezien de voorkeur van pijlstaartroggen voor de kom en de gebieden rondom de Roggenplaat, is het goed mogelijk dat ze de mossel- en oesterpercelen gebruiken om voedsel te zoeken.

Voor **migrerende vissoorten** zullen veranderingen en drukfactoren in wateren buiten de Oosterschelde en Westerschelde een directere rol spelen en doorwerken op het voorkomen in de Ooster- en Westerschelde. Bijvoorbeeld hoge visserijdruk in het Engelse Kanaal tijdens het winterhalfjaar kan het voorkomen van zomergasten als zeebaars, pijlstaartrog en gevlekte gladde haai in de Zeeuwse delta negatief beïnvloeden, om maar een van de vele potentiële factoren te noemen.

Om ook factoren buiten de Zeeuwse Delta mee te nemen in de duiding van de gepresenteerde trends en ontwikkelingen, vergt goed inzicht in de soortspecifieke bewegingspatronen en variatie daarin binnen een soort. Die informatie is nodig om te kunnen bepalen welke andere gebieden in welke mate van belang zijn voor populaties die de Zeeuwse Delta gebruiken, alsmede de effecten van drukfactoren voor bepaalde soorten. Dit is zeker de moeite waard om voor belangrijke doelsoorten in de Oosterschelde verder uit te zoeken, maar valt buiten de scope van dit rapport.

Met betrekking tot concrete aanbevelingen voor maatregelen ter verbetering van het onderwaterleven in de Oosterschelde worden op basis van de opgedane inzichten de volgende suggesties gedaan:

1. Het ontbreken van dynamiek in het huidige systeem (uitwisseling zoet en zout en beperkte connectiviteit) is waarschijnlijk de belangrijkste belemmerende factor. Waar mogelijk terugbrengen van dynamiek levert de meest directe verbetering op
2. Aanleg van geleidelijke water/land overgangen
3. Strengere controle op illegale vangsten en aanlandingen van haaien en roggen
4. In plaats van waterafvoer van Krammer-Volkerrak richting Westerschelde inlaten van dit water in de Oosterschelde
5. Verminderen van visserijdruk door seizoens- of gebiedssluitingen. Let wel: er is geen specifiek onderzoek verricht naar de effecten van de verschillende visserijen, hiertoe ontbreken de benodigde vangst en inspanningsregistraties.
6. Aanbieden paaihabitat zeeekatten en voorkomen vangst zeeekat in fuiken kreeftenvissers.
7. Beperkingen zeeekatvisserij voor de Zeeuwse en Belgische kust
8. Veiligstellen van opgroeigebied voor de jonge zeeekatten.
9. Oppervlakte hardsubstraat lijkt nu geen beperkende factor, dus uitbreiding hiervan zal geen knelpunt oplossen.

Veel van de oorzaken van trends en effecten van menselijk handelen in het systeem zijn onbekend omdat er geen onderzoek naar gedaan is. Daarom kan hierover geen concreet advies gegeven worden. Het is wel duidelijk dat het in de Oosterschelde druk is met menselijke activiteiten. Waar het vergunde activiteiten betreft zijn die getoetst aan de N2000 voorwaarden. Wat betreft de cumulatieve effecten van al die activiteiten is er echter nog veel onduidelijk.

Om deze hiaten op te lossen is onderzoek nodig naar visserij-effecten op populaties, functioneren van het voedselweb, draagkracht en gebiedsgebruik van migrerende soorten. In het rapport worden deze onderwerpen verder toegelicht

1 Inleiding

Het Nationaal Park Oosterschelde (NPO) wil een verkenning laten uitvoeren naar de mogelijkheden voor een onderwaterreservaat in de Oosterschelde. In deze verkenning zijn drie fasen voorzien:

1. Ecologische (literatuur)studie naar de trends en de huidige situatie van de vispopulaties in de Oosterschelde.
2. Op basis van fase 1, onderzoeken en beschrijven van de beste parameters om de omvang en de ligging van een mogelijk onderwaterreservaat te bepalen. Hierbij hoort ook de vorm van een onderwaterreservaat in termen van locatie, areaal, graad en vorm van bescherming, absolute rust en/of zonering en fysieke maatregelen.
3. Op basis van fase 2, bepalen van de beste ligging en omvang van een onderwaterreservaat in de Oosterschelde en het uitvoeren van deze en/of mogelijke andere maatregelen, al dan niet experimenteel, om tot een effectieve betere bescherming en versterking van de onderwaternatuur in de Oosterschelde te komen, inclusief het opstellen van een monitoringplan en uitvoeren van de monitoring.

Het huidige rapport beperkt zich tot de resultaten uit fase 1. Na deze fase zal door de kerngroep worden bepaald of het zinvol is om te starten met volgende fase(s).

Onderwaterreservaat

De term onderwaterreservaat kan veel verschillende beelden oproepen. Om verwarring te voorkomen sommen we hier op aan wat voor maatregelen mogelijkwijs gedacht kan worden:

- (Gedeeltelijk)uitsluiten van bepaalde vormen van menselijke activiteiten;
- Zonering van bepaalde vormen van menselijke activiteiten;
- Seizoensluitingen van bepaalde vormen van menselijke activiteiten;
- Nemen van fysieke maatregelen zoals bv aanpassingen aan bestaande niet natuurlijke structuren (dijkvoeten, havens, dammen), versterken van bestaand habitat, zoet-zoutovergangen of aanleggen van ontbrekend habitat.

Doel van mogelijke maatregelen

Bij het nadenken over maatregelen om de onderwaternatuur een impuls te geven is het ook belangrijk om de verwachtingen goed af te stellen. Veel van de diersoorten die voorkomen in de Oosterschelde brengen daar maar een deel van hun levenscyclus door. Voor de totale populatieontwikkeling van deze soorten zijn factoren gedurende de hele levenscyclus van belang, zowel in de Oosterschelde als daarbuiten. Alleen als de beperkende factor voor een soort zich in de Oosterschelde bevindt, zullen maatregelen in de Oosterschelde daadwerkelijk een bijdrage kunnen leveren aan populatiegroei. Het doel kan ook zijn om lokaal, op een of meerdere plaatsen binnen de Oosterschelde, de onderwaternatuur te versterken zonder dat de hele populatie toeneemt. In dat geval kan het gebeuren dat door maatregelen in de Oosterschelde dieren zich van elders verplaatsen en er netto geen winst voor de populatie optreedt (dan lag de beperkende factor niet in de Oosterschelde). Wanneer de beperkende factor zich wel in de Oosterschelde bevindt, kunnen maatregelen in de Oosterschelde een uitstralend effect naar omliggende wateren veroorzaken. Hierbij moet ook duidelijk gedefinieerd worden wat het streefbeeld is. De Oosterschelde was voor de deltawerken en aanleg van dijken een estuarium met vooral zachte sedimenten en schelpdierbanken; nu is het een zout getijbekken met veel harde substraten (kunstwerken en schelpdierbanken).

2 Kennisvraag

Fase1

De kennisvraag voor fase 1 betreft vooral het beschrijven van de huidige status van de trends en ontwikkelingen in de bewegende onderwaterfauna (vis, inktvis, zeezoogdieren, kreeft) in de Oosterschelde met de focus op kenmerkende soorten. Welke soorten vertonen een specifieke neerwaartse trend in Oosterschelde? Is de oorzaak van die neerwaartse trend in de Oosterschelde gelegen of daarbuiten? Is de neerwaartse trend te keren door bepaalde maatregelen in de Oosterschelde de invoering van een onderwaterreservaat (of verbetering van de kwaliteit ervan)?

Onderzoek naar de sturende factoren achter trends van vispopulaties is doorgaans niet eenvoudig. Vaak spelen er meerdere oorzaken tegelijkertijd en om een oorzakelijk verband aan te kunnen tonen is diepgravender onderzoek nodig dan alleen het jaarlijks monitoren van aantallen. Bij populatieontwikkelingen spelen verschillende processen een rol: de aanwas (voortplanting), sterfte, emigratie en immigratie. Monitoringseries geven slechts de resultante van al die processen. Het duiden van oorzaken op basis van alleen trends is daarmee een lastige zoektocht, maar kan wel indicaties opleveren voor potentiële oorzaken/factoren. Vergelijkingen met andere gebieden binnen en buiten de Zuidwestelijke delta kunnen soms wel helpen om mogelijke oorzaken uit te sluiten of juist waarschijnlijke oorzaken aan te wijzen. Voor een aantal soorten is wel diepgravender onderzoek gedaan en kunnen we wellicht zekerder uitspraken doen over eventuele knelpunten. In het kader van dit project was het niet mogelijk om alle mogelijke knelpunten boven water te krijgen. Voor zover mogelijk is op basis van de resultaten een set waarschijnlijke oorzaken in beeld gebracht en zijn hypothesen geformuleerd over de mogelijke effectiviteit van maatregelen. Deze informatie kan wel een uitvalsbasis om in fases 2 en 3 via een experimentele aanpak het effect van verschillende maatregelen te meten.

3 Ontwikkelingen Oosterschelde

Om ontwikkelingen in de mobiele fauna te kunnen duiden zetten we eerst de belangrijkste ontwikkelingen in de Oosterschelde op een rij. De informatie is voor een groot deel afkomstig uit de watersysteemrapportage (<https://www.deltaexpertise.nl/oosterschelde/systeemrapportage/>).

De aanleg van de Oosterscheldekering kering heeft veel invloed gehad op het systeem: de uitwisseling van sediment, doorstroming, nutriënten aanvoer en waterdynamiek. Het van oorsprong estuariene systeem is sterk veranderd. Er is minder uitwisseling van het water en het water voert minder sediment met zich mee. Hierdoor kampt de Oosterschelde nu met zandhonger. Door de aanleg van de Grevelingendam, de Philipsdam en de Oesterdam is ook de nutriënthuishouding veranderd. Ook zijn hiermee de kenmerkende en ecologisch waardevolle zoet-zout overgangen verloren gegaan. De Oosterschelde heeft nagenoeg geen influx meer heeft van zoet water wat verstrekende gevolgen heeft voor onder meer het zoutgehalte, de nutriënthuishouding, het temperatuurverloop over de seizoenen en de troebelheid van het water.



Figuur 1. Ontwikkeling temperatuur, saliniteit en Chlorofyl-a op drie plekken in de Oosterschelde tijdens het groeiseizoen (<https://www.deltaexpertise.nl/oosterschelde/systeemrapportage/waterkwaliteit.html#doorzicht>).

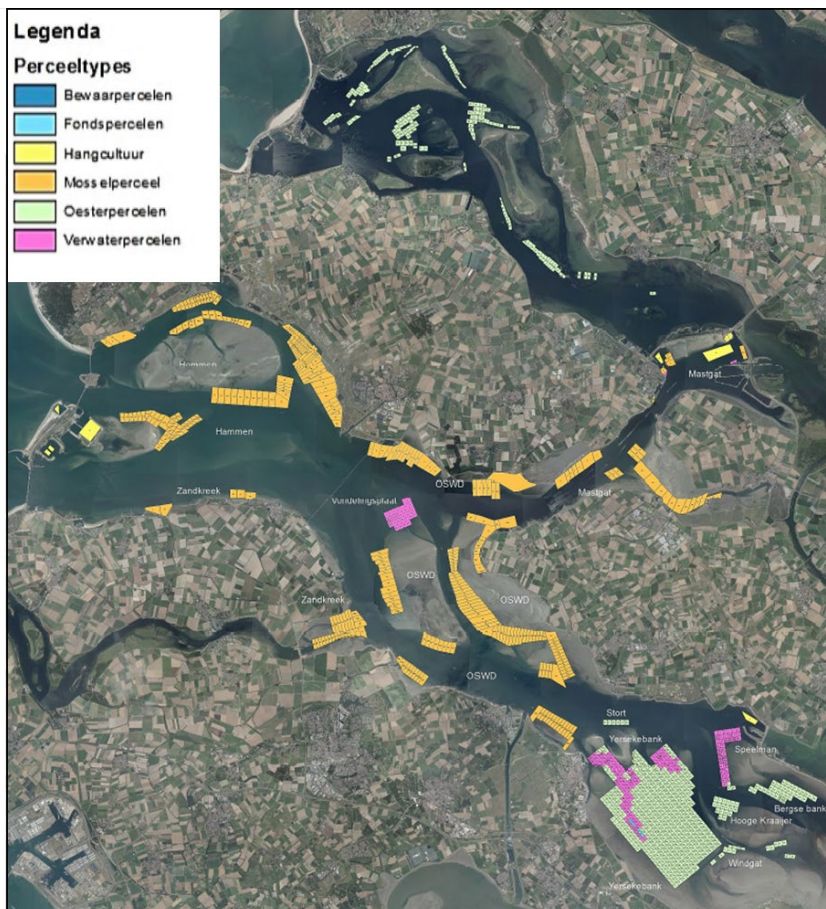
De verblijftijd van water in de achterliggende delen van de Oosterschelde is redelijk lang. Het westelijk deel wordt snel ververs met water vanuit de Noordzee (verblijftijd gemiddeld 50 dagen) als gevolg van de getijdewerking (Jiang *et al.* 2019). In het oostelijk deel is de duur voordat het water wordt ververs met zeewater vanuit de Noordzee aanzienlijk langer (met een gemiddelde verblijftijd van 111 dagen (Jiang *et al.* 2019)).

De gemiddelde temperatuur in het groeiseizoen in de Oosterschelde ligt tegenwoordig rond de 15 graden Celsius. Het is na de sluiting van de Oosterscheldekering in 1986 tot aan 2013 niet veel veranderd door de jaren heen (fig. 1). Vanaf 2014 is de jaarlijkse temperatuur in het groeiseizoen duidelijk hoger dan in de jaren ervoor. Het zoutgehalte na omstreeks 1998 ligt hoger dan in de periode daarvoor. Chlorofyl-*a* is een indicator voor het voorkomen van fytoplankton, die de basis vormen voor het voedselweb. Een te hoog gehalte aan chlorofyl-*a* kan duiden op eutrofiëring en kan ongewenste effecten hebben op het ecosysteem. Een laag gehalte aan chlorofyl-*a* kan betekenen dat er weinig nutriënten beschikbaar zijn of dat er sterke begrazing optreedt. In de loop van de jaren sinds ongeveer 1980 neemt het gehalte aan chlorofyl-*a* in de Oosterschelde gestaag af. In de periode tot 2000 is de afname verklaarbaar door de verminderde concentraties van stikstof- en fosforhoudende nutriënten.

Een belangrijke factor voor de geschiktheid van de Oosterschelde als leefgebied voor mobiele onderwater fauna is het habitat. Kenmerkende habitats zijn harde onderwaterstructuren (in de vorm van dijken en schelpdierkweekpercelen), kwelders, zandbanken en geulen. In de Oosterschelde komen geen natuurlijke meerjarige mosselbanken voor. Het mosselbestand in de Oosterschelde wordt vooral gevormd door mosselen op kweekpercelen (fig. 2). Verspreid over de Oosterschelde is er ca. 2900 ha aan mosselperceel waarvan wordt ongeveer 2250 hectare perceel verhuurd. In de Oosterschelde liggen 428 oesterpercelen. Het totaal areaal aan verhuurbare oesterpercelen in de Oosterschelde is 2130 ha. Niet al deze percelen worden ook daadwerkelijk verhuurd en in gebruik genomen voor de oesterkweek, omdat ze niet allemaal even geschikt zijn (Wijsman & van den Ende 2015). In de Oosterschelde bevinden de oesterpercelen zich voornamelijk in de kom van de Oosterschelde (fig. 2).

Een tijdserie over de ontwikkeling van de (locaties) van de mosselpercelen in de Oosterschelde is niet beschikbaar, maar na de aanleg van de Oosterscheldekering is wel een groter deel van het gebied geschikt geworden voor mosselkweek en is het gebied dat gebruikt wordt voor kweek verder oostwaarts verschoven (van Stralen & Dijkema 1994).

Wat betreft de visserij in de Oosterschelde is een belangrijke ontwikkeling de noordtak is gesloten voor schelpdiervisserij sinds 1993 (de Mesel *et al.* 2009).

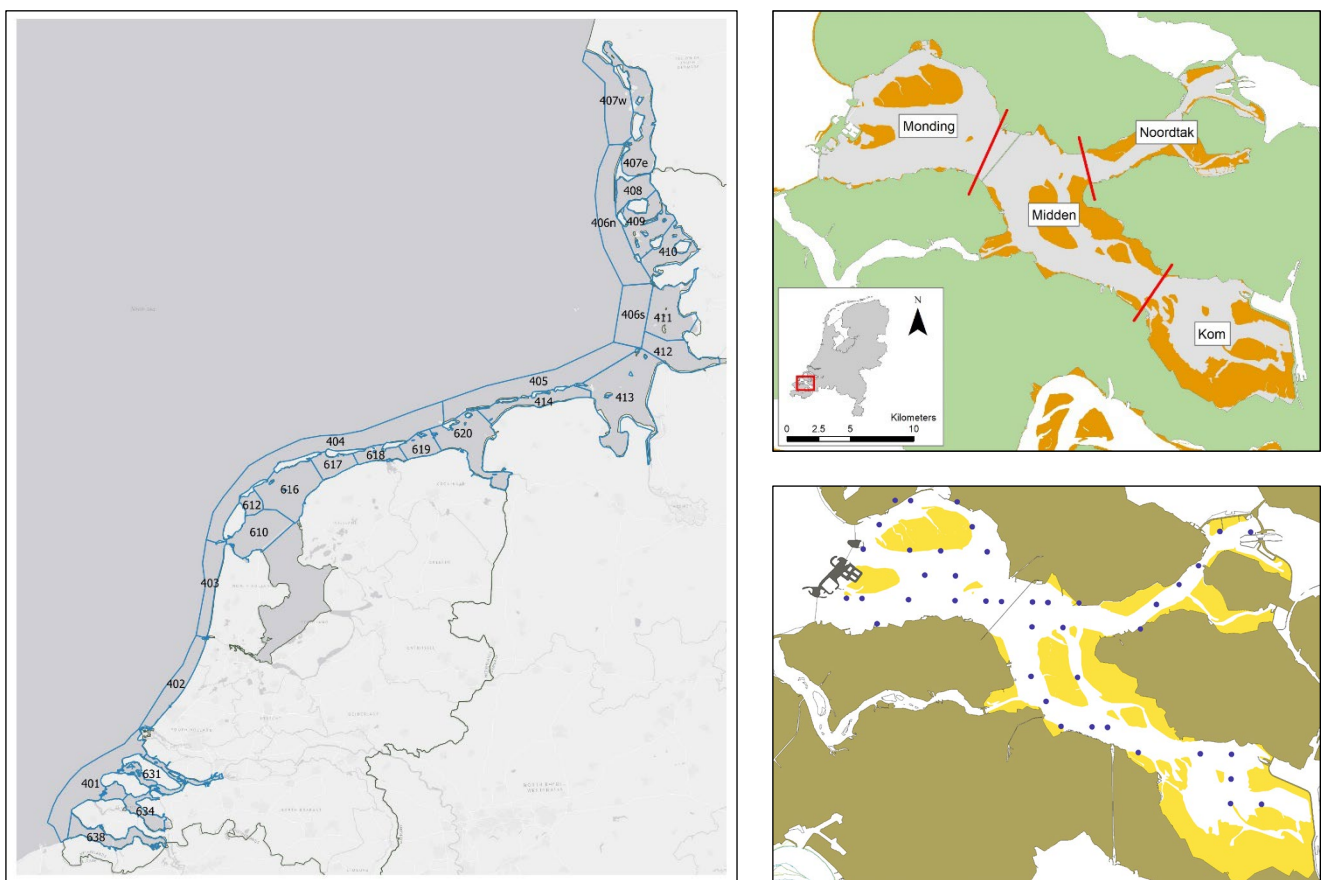


Figuur 2. Locaties mossel- en oesterpercelen in de Oosterschelde (Schotanus *et al.* 2022).

4 Methoden

4.1 Werkwijze

Voor de uitvoering van dit project is er een (literatuur)studie uitgevoerd naar de trends en de huidige situatie van een aantal doelsoorten. Voor de Demersal Fish Survey DFS zijn trendberekeningen uitgevoerd worden voor (deelgebieden in) de Oosterschelde en omliggende gebieden (Westerschelde en Voordelta) en deelgebieden binnen de Oosterschelde (West, Midden, Noord en Kom, fig. 3). Voor de overige beschikbare tijdseries is geput worden uit gepubliceerde beschrijvingen van aantalsontwikkelingen. Vervolgens is, voor zover mogelijk, onderzocht wat de mogelijke oorzaken zijn van bepaalde trends en wat de mogelijke knelpunten zijn binnen de Oosterschelde en/of op grotere schaal. Hierbij is gebruik gemaakt van vergelijking van de ontwikkelingen in de Oosterschelde met omliggende wateren (bv Westerschelde, Voordelta) en bestaande literatuur.



Figuur 3. Onderscheiden (deel)gebieden in de DFS analyses (rechtsboven), locaties van trekken (rechtsonder) en locaties van de drie gebieden die vergeleken worden (DFS gebiedscodes 634 (Oosterschelde), 638 (Westerschelde) en 401 (Voordelta)).

4.2 Startworkshop

Bij aanvang van het project is er een workshop van een halve dag gehouden waarbij de kerngroep en onderzoekers in gesprek zijn gegaan om de focus en daarmee de in de studie te beantwoorden vragen aan te scherpen (keuze doelsoorten en te analyseren aspecten). De workshop is ingeleid met een aantal inhoudelijke presentaties waarna er is aan de hand van een Mentimeter enquête gediscussieerd over welke (vis)soorten als doelsoorten zouden moeten worden geanalyseerd en welke aspecten

daarmee moeten worden meegenomen. Vanuit het onderzoek was vertegenwoordiging vanuit Waardenburg Ecology, Sportvisserij Nederland en Wageningen Marine Research aanwezig. Vanuit de kerngroep waren aanwezig: Provincie Zeeland, Nationaal Park Oosterschelde, Natuurmonumenten, PO Mosselcultuur. NOB, Rijkswaterstaat, Zeeuwse Milieufederatie. Het verslag van deze bijeenkomst in de vorm van de Mentimeter resultaten is opgenomen in Bijlage 1.

4.3 Deskstudie naar trends en huidige situatie onderwaternatuur

Op basis van beschikbare informatie en de resultaten van de workshop is er een lijst opgesteld met soorten die verder zijn uitgewerkt in deze studie. Deze soortenlijst is niet beperkt tot Natura2000 soorten maar bevat ook iconsoorten voor de Oosterschelde en soorten waarvoor de Oosterschelde een kraam- of kinderkamer is en soorten die op de Rode Lijst voorkomen. Op basis van bestaande gegevens (databases en literatuur) is een overzicht worden gemaakt van de trends en de huidige situatie in de Oosterschelde. Er is daarbij gebruik gemaakt van monitoringgegevens (DFS survey en Monitoring Project Onderwater Oever (MOO) van Stichting ANEMOON gepubliceerd in (van der Loos 2019)), veldwaarnemingen verzameld door Sportvisserij Nederland in de app MijnVismaat en interviews met experts. Vanuit het MOO zijn in deze rapportage alleen de vissoorten en mobiele soorten (garnalen, krabben, kreeften, stekelhuidigen en kwallen) meegenomen.

Om oorzaken te kunnen duiden zijn voor zover mogelijk ook de ontwikkelingen in nabij gelegen gebieden meegenomen en is op een heel basaal niveau de koppeling gemaakt met abiotische omstandigheden geregistreerd tijdens elke vistrek van de DFS survey (water temperatuur, doorzicht).

4.4 Opstellen soortenlijst

Voor het opstellen van een soortenlijst van soorten die nader onderzocht worden is gebruik gemaakt van 3 bronnen:

- De DFS survey
- De MOO publicatie (van der Loos 2019)
- MijnVismaat

Aangevuld met suggesties uit de workshop en inbreng van experts

Hierbij zijn de vissoorten verdeeld in gildes: kinderkamersoorten (*marine juvenile*, MJ), residente soorten (*estuarine residents*, ER), trekvissoorten (*catadromous/anadromous*, CA), onregelmatige bezoekers (*marine adventitious*, MA), seizoensgasten (MS, *marine seasonal migrants*) en zoetwatersoorten (*fresh water species*, FW) volgens de systematiek van (Elliott & Hemingway 2002). Onder kinderkamersoorten worden de soorten verstaan die als volwassen vis in de Noordzee leven en waarvan de eieren (en later larven) met de stroming meedrijven naar de kust, Waddenzee en delta. Daar verblijven ze de eerste periode van hun leven en groeien er op om vervolgens weer terug te keren naar de Noordzee. Daarnaast zijn er nog andere groepen: de trekvissoorten, die het gebied passeren op weg naar de rivieren of terug naar zee; de seizoensgasten, die een deel van het jaar het gebied intrekken om er te foerageren of zich voort te planten, onregelmatige bezoekers die het gebied af en toe aandoen en de residente soorten, die hun hele leven in het gebied blijven.

De indeling is niet 100% passend omdat er soorten zijn die kunnen vallen onder meerdere gildes, zoals bijvoorbeeld bot (zowel marien juveniel als resident als trekvis) en zeebaars (marien juveniel en trekvis). Alhoewel er af en toe zoetwatersoorten voorkomen in de Oosterschelde, zijn deze verder buiten beschouwing gelaten.

Met deze bronnen is een flink deel van de mobiele fauna afgedekt, maar er blijven toch nog groepen onder de radar: met name de schoolvormende kleine pelagische vissoorten (haring, sprat, zandspiering, ansjovis) en de snelzwemmende migrerende soorten.

4.5 DFS survey

De Dutch Demersal Fish Survey (DFS) bestrijkt de kustwateren (tot 25 m diepte) van de zuidgrens van Nederland tot Esbjerg (Denemarken), inclusief de Nederlandse Waddenzee, de Eems-Dollardmond, de Westerschelde en de Oosterschelde. Monsterlocaties zijn gestratificeerd op diepte en oppervlakte. In het deltagebied worden jaarlijks ongeveer 90 trektochten uitgevoerd (ca 35 in Oosterschelde en Westerschelde en 17 in de Voordelta, tabel 1). De bemonstering wordt uitgevoerd met een boomkor van 3 meter breed in de Oosterschelde en 6 meter breed in de Voordelta. De boomkorren zijn ca 70 cm hoog, opgetuigd met één wekkerketting, een klossenpees en een fijnmazige kuil (20 mm uitgerekt). De visserij is vanwege de diepgang van het onderzoeksschip beperkt tot de getijdengeulen en geulen dieper dan 2 meter. Dit onderzoek wordt sinds 1970 in augustus-oktober uitgevoerd. De trekduur bedraagt 15 minuten. Vissen worden gesorteerd en gemeten naar beneden afgerond op hele cm. De survey is gericht op het kwantificeren van de jonge aanwas van platvis en garnaal, maar daarnaast worden alle andere vissoorten ook geregistreerd. Ook epibenthosoorten zoals krabben, zeesterren, inktvissen, kwallen en schelpdieren worden geregistreerd. Het tuig is vooral geschikt voor bodembewonende dieren in de geulen en aan de randen van platen. Voor vrijzwemmende soorten zoals haring, sprot, zandspieringen en kwallen en inktvissen is het tuig minder geschikt. Ook voor grotere snelzwemmende vissen is de methode vanwege de lage vissnelheid niet geschikt. Soorten die zich alleen maar ophouden in of tussen harde structuren worden ook niet representatief bemonsterd.

4.6 DFS analyse: trefkans van soorten

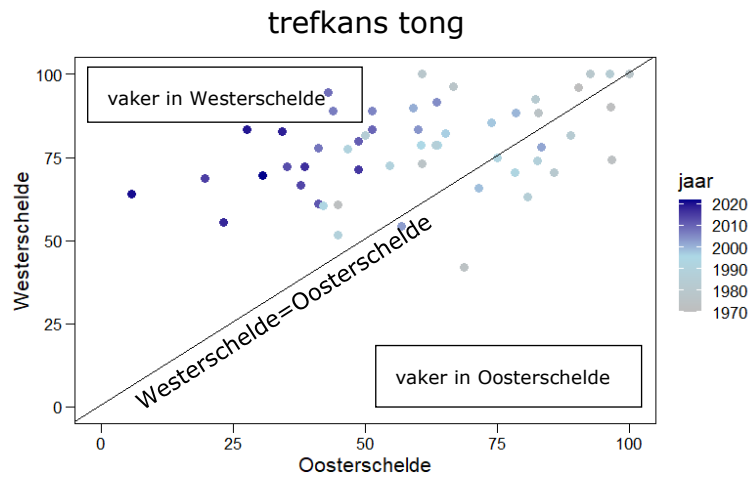
Als eerste stap in het analyseren van veranderingen in de visgemeenschappen is om te onderzoeken hoe vaak een soort wordt aangetroffen in de bemonsteringen. Hiervoor is als maat de trefkans (het percentage trekken waarin een soort is aangetroffen) gebruikt. Vanwege issues met determinaties zijn sommige soorten samengevoegd: grondels, zandspieringen, zeenaalden, pitvissen, koornaarvissen, harders, gladde haaien en andere roggen dan pijlstaartrog, lipvissen.

Om de veranderingen in de Oosterschelde in perspectief te plaatsen is de frequentie van voorkomen in de Oosterschelde vergeleken met die in de Westerschelde. De twee zeearmen zijn natuurlijk erg verschillend in veel aspecten, maar toch kan een dergelijke vergelijking nuttig zijn om te achterhalen wat de oorzaak zou kunnen zijn van ontwikkelingen in de Oosterschelde. In beide gebieden worden jaarlijks ongeveer evenveel trekken genomen (36-41, tabel 1), waardoor de trefkans goed vergeleken kan worden. Een voorbeeld van een dergelijke vergelijking wordt gegeven in figuur 2. In deze figuur kan zowel de vergelijking tussen beide zeearmen als de ontwikkeling in de tijd gevolgd worden. Op de x-as staat het percentage trekken waarin de soort geregistreerd is in de Oosterschelde, op de y-as voor de Westerschelde. Punten die op de lijn liggen geven aan dat de soort even vaak in de Oosterschelde als in de Westerschelde wordt aangetroffen. Deze figuren worden in de resultaatsectie voor alle aangetroffen soorten gepresenteerd.

Binnen de Oosterschelde verschillen het aantal trekken tussen deelgebieden sterk met een relatief klein aantal trekken in de kom en noord (4-7) tegenover het middengebied en de monding (12-18). Dit heeft vanzelfsprekend consequenties voor de betrouwbaarheidsintervallen rondom de trendberekeningen.

Tabel 1. Aantal trekken in de (deelgebieden van de) Oosterschelde, Westerschelde en Voordelta.

jaar	Oosterschelde				Noord	totaal	Westerschelde	Voordelta
	kom	midden	monding					
1970	6	10	14		1	31	26	6
1971	6	10	11		2	29	30	8
1972	3	10	13		3	29	28	8
1973	5	11	11		3	30	31	8
1974	5	9	16		2	32	31	8
1975	4	9	15		1	29	26	8
1976	6	7	15			28	26	5
1977	6	6	15			27	27	15
1978	5	8	15		1	29	28	6
1979	6	8	14			28	28	5
1980	6	8	13			27	29	14
1981	6	8	14			28	27	15
1982	6	8	14			28	27	23
1983	6	7	14			27	27	23
1984	6	8	13			27	27	22
1985	6	9	11			26	27	22
1986	6	9	11			26	27	17
1987	6	12	11		1	30	28	16
1988	4	9	9		1	23	27	18
1989	7	16	15			38	29	25
1990	4	10	17		2	33	29	25
1991	6	13	11			30	31	16
1992	6	11	19			36	28	25
1993	2	7	14			23	27	22
1994	8	10	13			31	33	19
1995	3	13	14		3	33	33	17
1996	7	14	18		4	43	33	17
1997	8	14	17		4	43	34	17
1998	8	14	17		3	42	34	9
1999	1	14	16		4	35	35	15
2000	3	14	18		7	42	43	14
2001	4	14	19		7	44	49	
2002	3	13	18		8	42	41	21
2003	5	13	14		5	37	35	17
2004	3	10	17		5	35	30	17
2005	7	12	18		4	41	36	17
2006	7	12	18		4	41	36	15
2007	7	12	18		4	41	36	16
2008	1	11	18		4	34	36	16
2009	3	11	17		4	35	36	16
2010	7	13	17		4	41	36	16
2011	6	12	17		4	39	30	15
2012	7	12	16		4	39	36	16
2013	5	13	16		3	37	36	17
2014	3	12	18		4	37	36	17
2015	7	12	18		4	41	35	15
2016	4	12	17		4	37	35	17
2017	6	11	18		4	39	36	14
2018	6	12	17		4	39	36	16
2019	6	11	17		4	38	35	17
2020	7	11	18		4	40	36	17
2021	3	11	17		4	35	36	15
2022	4	11	17		4	36	36	17
totaal	278	587	836		138	1839	812	1739



Figuur 4. Voorbeeld van vergelijking van frequentie van voorkomen (trefkans) van tong tussen Oosterschelde en Westerschelde. Op de x-as staat het percentage trekken waarin de soort geregistreerd is in de Oosterschelde, op de y-as voor de Westerschelde. Punten die op de lijn liggen geven aan dat de soort even vaak in de Ooster-als in de Westerschelde wordt aangetroffen. Zo kwam tong in >80% van de trekken voor in beide zeearmen in de jaren 1970-1980, en de laatste tien jaar ca 25% van de trekken in de Oosterschelde tegenover 50-75% van de trekken in de Westerschelde.

4.7 DFS Trendberekening: Algemene Additieve Modellen (GAM)

Voor de gestandaardiseerde trendanalyses hebben we gebruik gemaakt van General Additive Models (GAMs), vergelijkbaar met de methode die is gebruikt in het laatste Waddenzee Quality Status Report (Tulp *et al.* 2022). Daarmee worden flexibele trends gemodelleerd waarbij periodes met significante toe- en afnames onderscheiden kunnen worden, evenals periodes met stabiele of onzekere trends. GAM's hebben het voordeel dat ze flexibele trends kunnen schatten, trendclassificatie mogelijk maken en ontbrekende waarden kunnen verwerken, en dat de gegevens op observatieniveau kunnen worden gebruikt, zodat alle individuele monsters kunnen worden gebruikt. Om trendmodellen te kunnen fitten moeten soorten wel in redelijke aantallen voorkomen, voor echt zeldzame soorten kan daarom geen formele trendanalyse uitgevoerd worden.

Er zijn twee verschillende responsvariabelen gebruikt, afhankelijk van het voorkomen van de soort (uitgedrukt als percentage nulwaarnemingen, zie hieronder). Voor veel voorkomende soorten hebben we schattingen van de dichtheid gemodelleerd (vangst per inspanningseenheid (CPUE)). Voor minder algemene soorten is de kans op voorkomen gemodelleerd. Dichtheidsschattingen zijn eerst 4e wortel getransformeerd en gemodelleerd met een gamma- of een Gaussiaanse verdeling. Voor dit soort gegevens wordt vaak de vierde worteltransformatie gebruikt wat als voordeel heeft dat de schommelingen in de trendlijnen iets beter zichtbaar zijn en dat er gemakkelijker met nulwaarden kan worden omgegaan dan bij gebruik van een log-transformatie. De kans op voorkomen is gemodelleerd met een binominale verdeling.

De volgende grenswaarden tussen de twee benaderingen zijn toegepast:

- <30% nul waarnemingen => algemeen => modellering van dichtheid
- 30-60% nulwaarnemingen => gemiddeld voorkomen => modellering van dichtheid
- 60-95% nulwaarnemingen => laag voorkomen => modellering van de kans op voorkomen
- >95% nul waarnemingen => zeldzaam => geen schatting

Er is gebruik gemaakt van gefitte trends om (deel)gebieden met elkaar te vergelijken. Modellen zijn gevalideerd door de residuele patronen te controleren. Daarnaast is ook gecontroleerd op seriële autocorrelatie door een AR-functie toe te passen. In tijdreeksen komt vaak seriële autocorrelatie voor, maar omdat we hier met voornamelijk jonge vissen te maken hebben, is dit in onze analyses minder het geval. Omdat er geen ernstige autocorrelatie werd gedetecteerd, zijn de definitieve modellen

zonder de AR-functie uitgevoerd. In de GAMs hebben we een K (aantal knopen) van 6 aangehouden, het aantal knopen waarin de bias-variantie-trade-off voor de smoother is geoptimaliseerd, waarbij zoveel mogelijk variabiliteit in de gegevens wordt verklaard.

Trends zijn telkens berekend voor de Ooster- en Westerschelde en de Voordelta. Voor de Oosterschelde is ook onderscheid gemaakt naar de vier deelgebieden monding, middengebied, Noord en kom (fig. 1).

Trends zijn er jaar geassocieerd in grafieken volgens de volgende kleurcodering:

kleur	critierium	classification
geel	betrouwbaarheidsinterval van de eerste afgeleide van de jaar <i>smoother</i> omvat 0 en ligt binnen +/- 0.1	stabiel
groen	positief 98% betrouwbaarheidsinterval van de eerste afgeleide van de jaar <i>smoother</i>	toename
rood	negatief 98% betrouwbaarheidsinterval van de eerste afgeleide van de jaar <i>smoother</i>	afname
grijs	betrouwbaarheidsinterval van de eerste afgeleide van de jaar <i>smoother</i> omvat 0 en ligt buiten +/- 0.1	onzeker

4.8 Duiden van trends en knelpuntenanalyse

Er is een overzicht gemaakt van de mogelijke oorzaken die de waargenomen trends van betreffende soorten kunnen verklaren. Hierbij is gebruik gemaakt van beschikbare literatuur in combinatie met de vergelijking van de trends in de Oosterschelde en deelgebieden in de Oosterschelde. Voor een groot aantal soorten is het duiden van de trends niet mogelijk omdat er te weinig kennis is over de ecologie van die soorten.

Ten slotte is er een knelpuntenanalyse uitgevoerd waarbij op basis van expert-inschatting en informatie uit de literatuur is onderzocht in hoeverre het aannemelijk is dat knelpunten in de Oosterschelde de oorzaak zijn van de ontwikkelingen of dat ontwikkelingen door oorzaken op een grotere schaal worden veroorzaakt. Een belangrijk hulpmiddel hierbij is de vergelijking van ontwikkelingen in deelgebieden binnen de Oosterschelde en tussen de Oosterschelde en Westerschelde (en Voordelta) en de populatie als geheel.

5 Resultaten

5.1 Workshop

Tijdens de workshop zijn twee presentaties gehouden: Jeroen Wijsman heeft de doelstellingen van het project ingeleid onder de aanwezigen gepeild wat hun beelden waren over de status en trend van de onderwaternatuur in de Oosterschelde. In dit onderdeel is gebruik gemaakt van de Mentimeter. De resultaten van de Mentimeter zijn opgenomen in Bijlage 1. Ingrid Tulp heeft vervolgens de aanpak van het project gepresenteerd en enkele eerste inzichten gegeven van de aanvullende analyses op basis van de DFS survey.

Uit de Mentimeter peilingen bleek dat de meerderheid van de aanwezigen vond dat het er niet goed voorstaat met de natuur in de Oosterschelde, waarbij met name karakteristieke soorten als zeeekat, ansjovis en bruinvis werden genoemd. Als bedreigingen werden genoemd klimaatverandering, zandhonger, intensief gebruik, visserij, beperkt getij, beperkte migratiemogelijkheden. Opvallend was dat de afsluitingen in het kader van de Deltawerken over de periode 1960-1980 niet expliciet werden benoemd.

De aanwezigen zijn ook gepeild over wat men onder een onderwaterreservaat zou verstaan. Hierbij werden zaken genoemd als: gesloten voor bodemberoerende visserij en/of andere menselijke activiteit, voldoende hard substraat, complexe 3D structuren, terwijl een aantal mensen vonden dat de Oosterschelde al een effectief onderwaterreservaat is.

Naar aanleiding van de Mentimeter peilingen ontstond zich een discussie over een eventueel onderwaterreservaat:

- welke onderwaternatuur streven we naar?
- welke rol is hierin weggelegd voor het instellen van een onderwaterreservaat (set aan maatregelen)?

Het is belangrijk dat over beide eerst visies worden opgesteld. Uitgaande van een streefbeeld is het vervolgens belangrijk vast te stellen of eventuele maatregelen gericht zijn op het versterken van bepaalde populaties als geheel of om lokaal de situatie te versterken zodat het bijvoorbeeld aantrekkelijker wordt voor sportvissers of duikers? Dat zijn twee verschillende doelen waarvoor ook een verschillende aanpak nodig is.

5.2 Soortenlijst

Aan de hand van het voorkomen in de DFS, in de rapportage over het MOO en in de waarnemingen uit MijnVismaat is een soortenlijst samengesteld van soorten die in dit rapport (in Ooster- of Westerschelde) aan de orde zullen komen (tabel 2). Van de overige mobiele fauna zijn kwallen en kreeftachtigen toegevoegd.

Tabel 2. Soortenlijst vissen. x betekent dat de soort voorkomt in het betreffende programma, (x) betekent dat de soort zeldzaam is (minder dan 10 waarnemingen in MOO of <5% van de DFS trekken). Sommige groepen zijn samengenomen omdat ze in het veld niet goed uit elkaar gehouden kunnen worden (grondels, pitvissen, koornaarvissen, lipvissen, zandspieringen, zeenaalden, zeepaardjes).

gilde	soort	wetenschappelijke naam	DFS	MOO	MijnVis maat	typische soorten N2000 H1160	Habitat Richtlijn soorten	IUCN status
kinderkamer	Griet	<i>Scophthalmus rhombus</i>	x					
	Haring	<i>Clupea harengus</i>	x	x	x	x		
	Kabeljauw	<i>Gadus morhua</i>	x	x	x			gevoelig
	koornaarvissen	<i>Atherina sp</i>	x	x				gevoelig (kleine koornaarvis)
	Rode poon	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	x		x			
	Ruwe haai	<i>Galeorhinus galeus</i>						
	Schar	<i>Limanda limanda</i>	x	x	x	x		
	Schol	<i>Pleuronectes platessa</i>	x	x	x	x		
	Smelt	<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	x					
	Steenbolk	<i>Trisopterus luscus</i>	x	x	x	x		
Tarbot	<i>Scophthalmus maximus</i>	x		x				
Tong	<i>Solea solea</i>	x	x	x				
Tongschar	<i>Microstomus kitt</i>	x	(x)				gevoelig	
Wijting	<i>Merlangius merlangus</i>	x		x	x		gevoelig	
Zeebaars	<i>Dicentrarchus labrax</i>	x	x	x				
Zeekarper	<i>Spondyliosoma cantharus</i>	x						
resident	Bot	<i>Platichthys flesus</i>	x	x	x	x		
	Botervis	<i>Pholis gunnellus</i>	x	x	x	x		
	Dwergtong	<i>Buglossidium luteum</i>	x	(x)				
	Glasgrondel	<i>Aphia minuta</i>	x	(x)				
	grondels	<i>Pomatoschistus sp</i>	x	x	x			
	Harnasmannetje	<i>Agonus cataphractus</i>	x	(x)				
	Kleine pieterman	<i>Echiichthys vipera</i>	x		x			
	Kortsnuitzeepaardje	<i>Hippocampus hippocampus</i>	(x)	(x)				gevoelig
	pitvissen	<i>Callionymus sp</i>	x	x				
	Puitaal	<i>Zoarces viviparus</i>	x	x	x	x		kwetsbaar
	Schurftvis	<i>Arnoglossus laterna</i>	x					
	Slakdolf	<i>Liparis liparis liparis</i>	x	x	x			kwetsbaar
	Vijfdradige meun	<i>Ciliata mustela</i>	x	x	x			
	Vorskwab	<i>Raniceps raninus</i>	(x)	x				bedreigd
	zandspieringen	<i>Ammodytes sp</i>	x					
	Zeedonderpad	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	x	x	x	x		
	zeenaalden	<i>Syngnathus sp</i>	x	x				
	Zwartbekgrondel	<i>Neogobius melanostomus</i>	x					
	Zwarte grondel	<i>Gobius niger</i>	x	x	x	x		
	trekvis	Aal	<i>Anguilla anguilla</i>	x	x	x		
Driedoornige stekelbaars		<i>Gasterosteus aculeatus</i>	(x)	x				
Fint		<i>Alosa fallax</i>	(x)		x		x	verdwenen
Rivierprik		<i>Lampetra fluviatilis</i>	x				x	gevoelig
Spiering		<i>Osmerus eperlanus</i>	x					kwetsbaar
Zeeprik		<i>Petromyzon marinus</i>	(x)				x	gevoelig
Adderzeenaald		<i>Entelurus aequoreus</i>	(x)					
Dikrugtong		<i>Microchirus variegatus</i>	x					
Doornhaai		<i>Squalus acanthias</i>	(x)					
Driedradige meun		<i>Gaidropsarus vulgaris</i>	x					
Dwergbolk	<i>Trisopterus minutus</i>	(x)	x				gevoelig	
Franse tong	<i>Pegusa lascaris</i>	x						
Gehoornde slijmvis	<i>Parablennius gattorugine</i>	x	x					
Gevlekte gladde haai	<i>Mustelus asterias</i>	(x)		x				
Groene zeedonderpad	<i>Taurulus bubalis</i>	x	x	x				
Hondshaai	<i>Scyliorhinus canicula</i>	(x)		x				
Horsmakreel	<i>Trachurus trachurus</i>	x		x				
IJslandse bandvis	<i>Lumpenus lampretaeformis</i>	x						
Kever	<i>Trisopterus esmarkii</i>	x						
lipvissen	<i>Labridae</i>	(x)	(x)	x			gevoelig (zwartoglipvis)	
Mul	<i>Mullus surmuletus</i>	x						
Ruwe haai	<i>Galeorhinus galeus</i>	(x)						
Witte koolvis	<i>Pollachius pollachius</i>	(x)						
Zonnevis	<i>Zeus faber</i>	(x)						
Zwarte koolvis	<i>Pollachius virens</i>	(x)						
seizoengast	Ansjovis	<i>Engraulis encrasicolus</i>	(x)			x		
	Diklipharder	<i>Chelon labrosus</i>	(x)	x	x			
	Dunlipharder	<i>Chelon ramada</i>	(x)	x				
	Geep	<i>Belone belone</i>	(x)	(x)	x			bedreigd
	Goudharder	<i>Liza aurata</i>			x			
	Grauwe poon	<i>Eutrigla gurnardus</i>	(x)					
	Makreel	<i>Scomber scombrus</i>	x		x			kwetsbaar
	Pelser	<i>Sardina pilchardus</i>	(x)					
	Pijlstaartrog	<i>Dasyatis pastinaca</i>	(x)		x	x		
	Snotolf	<i>Cyclopterus lumpus</i>	x	x				
	Sprot	<i>Sprattus sprattus</i>	x	x				
	Stekelrog	<i>Raja clavata</i>			x			bedreigd
	Vierdradige meun	<i>Enchelyopus cimbrius</i>	(x)					
	Zeestekelbaars	<i>Spinachia spinachia</i>		(x)				verdwenen

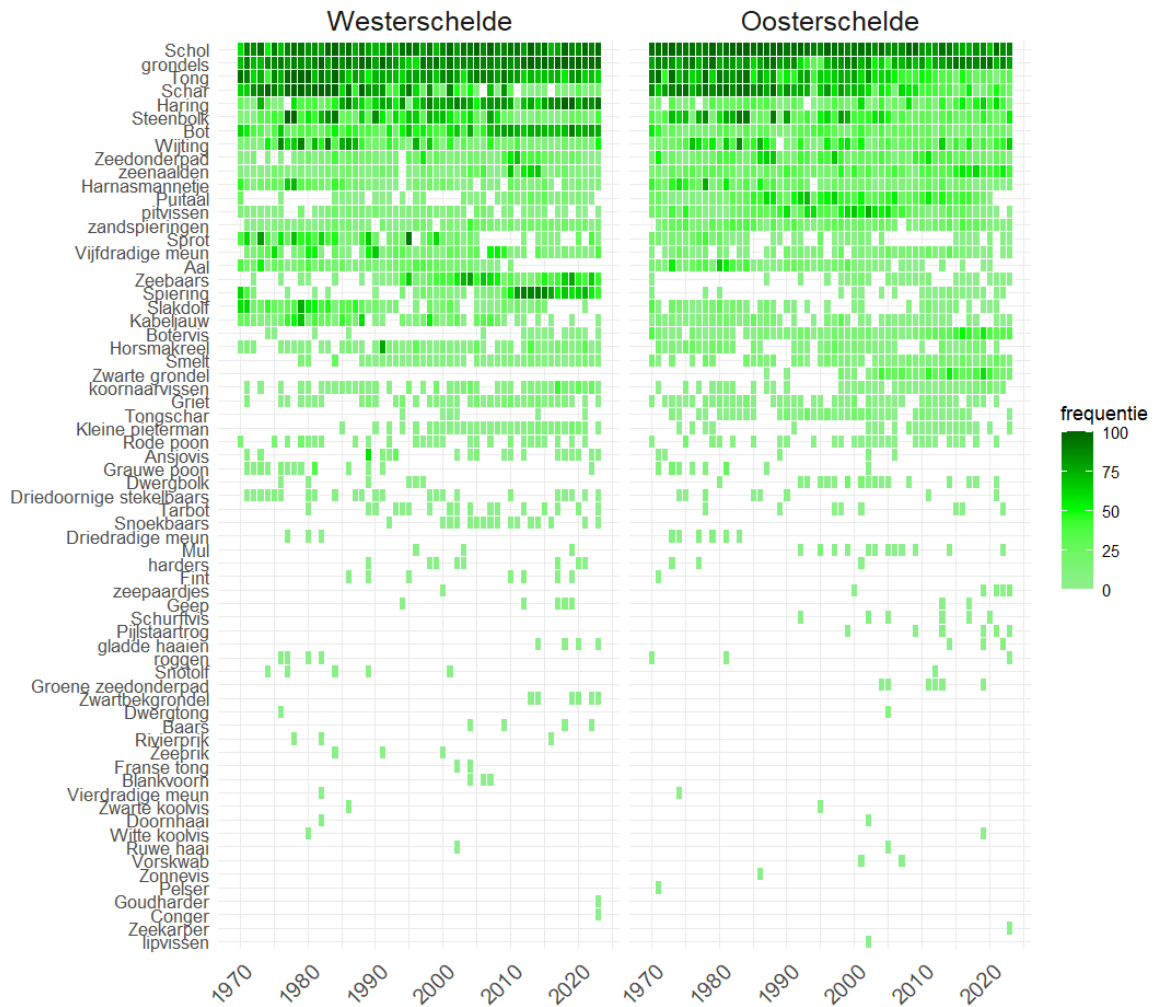
Tabel 3. Soortenlijst overige mobiele fauna die algemeen genoeg zijn aangetroffen in het MOO om trendanalyses voor uit te kunnen voeren. Een deel van de soorten wordt ook gevangen in de DFS, maar zijn voor deze serie niet geanalyseerd ivm tijdbeperkingen.

groep	soort	wetenschappelijke naam	MOO	overig	typische soorten N2000 H1160	Habitatricht- lijnsoorten
zeezoogdieren	bruinvis	<i>Phocoena phocoena</i>		x	x	x
	grijze zeehond	<i>Halichoerus grypus</i>		x		x
	gewone zeehond	<i>Phoca vitulina</i>		x		x
kwallen	Oorkwal	<i>Aurelia aurita</i>	x			
	Kompaskwal	<i>Chrysaora hysoscella</i>	x			
	Blauwe haarkwal	<i>Cyanea lamarckii</i>	x			
	Oorkwal (poliep)	<i>Aurelia aurita</i> (poliep)	x			
ribkwallen	Amerikaanse ribkwal	<i>Mnemiopsis leidyi</i>	x			
	Slank meloenkwalletje	<i>Beroe gracilis</i>	x			
	Zeedruif	<i>Pleurobrachia pileus</i>	x			
inktvis	Zeekat	<i>Sepia officinalis</i>	x			
garnalen	Gewone garnaal	<i>Crangon crangon</i>	x			
	Veranderlijke steurgarnaal	<i>Hippolyte varians</i>	x			
	Geknikte aasgarnaal	<i>Praunus flexuosus</i>	x			
	Gewone steurgarnaal	<i>Palaemon elegans</i>	x			
	Gezaagde steurgarnaal	<i>Palaemon serratus</i>	x			
	Kreeftgarnaal	<i>Athanas nitescens</i>	x			
	Roodsprietgarnaal	<i>Palaemon adspersus</i>	x			
	Rugstreepsteurgarnaal	<i>Palaemon macrodactylus</i>	x			
	Waaiergarnaal	<i>Thorulus cranchii</i> of <i>Eualus</i> sp.	x			
heremietkreeften	Grote heremietkreeft	<i>Pagurus bernhardus</i>	x			
kreeften	Europese zeekreeft	<i>Homarus gammarus</i>	x			
krabben	Noordzeekrab	<i>Cancer pagurus</i>	x			
	Strandkrab	<i>Carcinus maenas</i>	x		x	
	Penseelkrab	<i>Hemigrapsus takanoi</i>	x			
	Gewimperde zwemkrab	<i>Liocarcinus navigator</i>	x			
	Fluwelen zwemkrab	<i>Necora puber</i>	x			
	Gewone spinkrab	<i>Hyas araneus</i>	x			
	Gewone zwemkrab	<i>Liocarcinus holsatus</i>	x			
	Blaasjeskrab	<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	x			
	Gladde sponspootkrab	<i>Inachus phalangium</i>	x			
	Hooiwagenkrab (onbepaald)	<i>Macropodia</i> sp.	x			
Ruigkrabje	<i>Pilumnus hirtellus</i>	x				

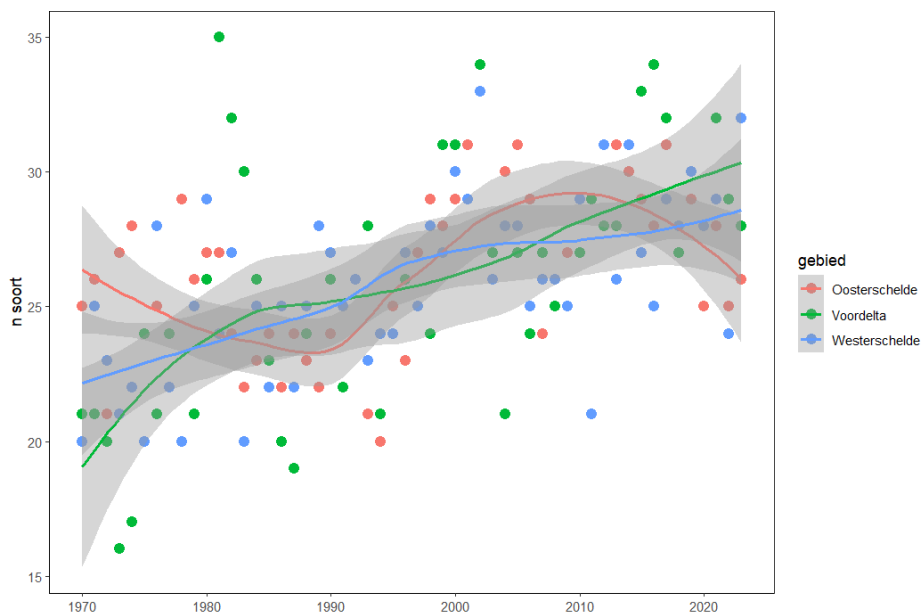
5.3 Ontwikkelingen mobiele fauna

5.3.1 Demersal Fish Survey: vissen algemeen beeld

Als eerste stap in de aantalsontwikkelingen bieden overzichten van hoe vaak soorten worden aangetroffen al een eerste beeld (fig. 5). De meest voorkomende vissoort over alle jaren is schol, gevolgd door grondel, tong, schar, haring, steenbol, bot en wijting. Dat geldt zowel voor de Oosterschelde als Westerschelde (fig. 5). Opvallende verschillen tussen beide gebieden in de ontwikkeling in de tijd zijn er ook. Zo zien we een recente opvallende toename in de Westerschelde van spiering en zeebaars, die minder prominent is in de Oosterschelde. Over de hele tijdperiode vanaf 1970 is er een stijging opgetreden in het aantal soorten in zowel Ooster- en Westerschelde als Voordelta (fig. 6). De toename heeft waarschijnlijk vooral te maken met de komst van nieuwe soorten zoals mul, zwartbekgrondel en zwarte grondel. Na 2010 neemt het aantal soorten in de Oosterschelde wel af, een ontwikkeling die we niet zien in de Westerschelde en Voordelta.

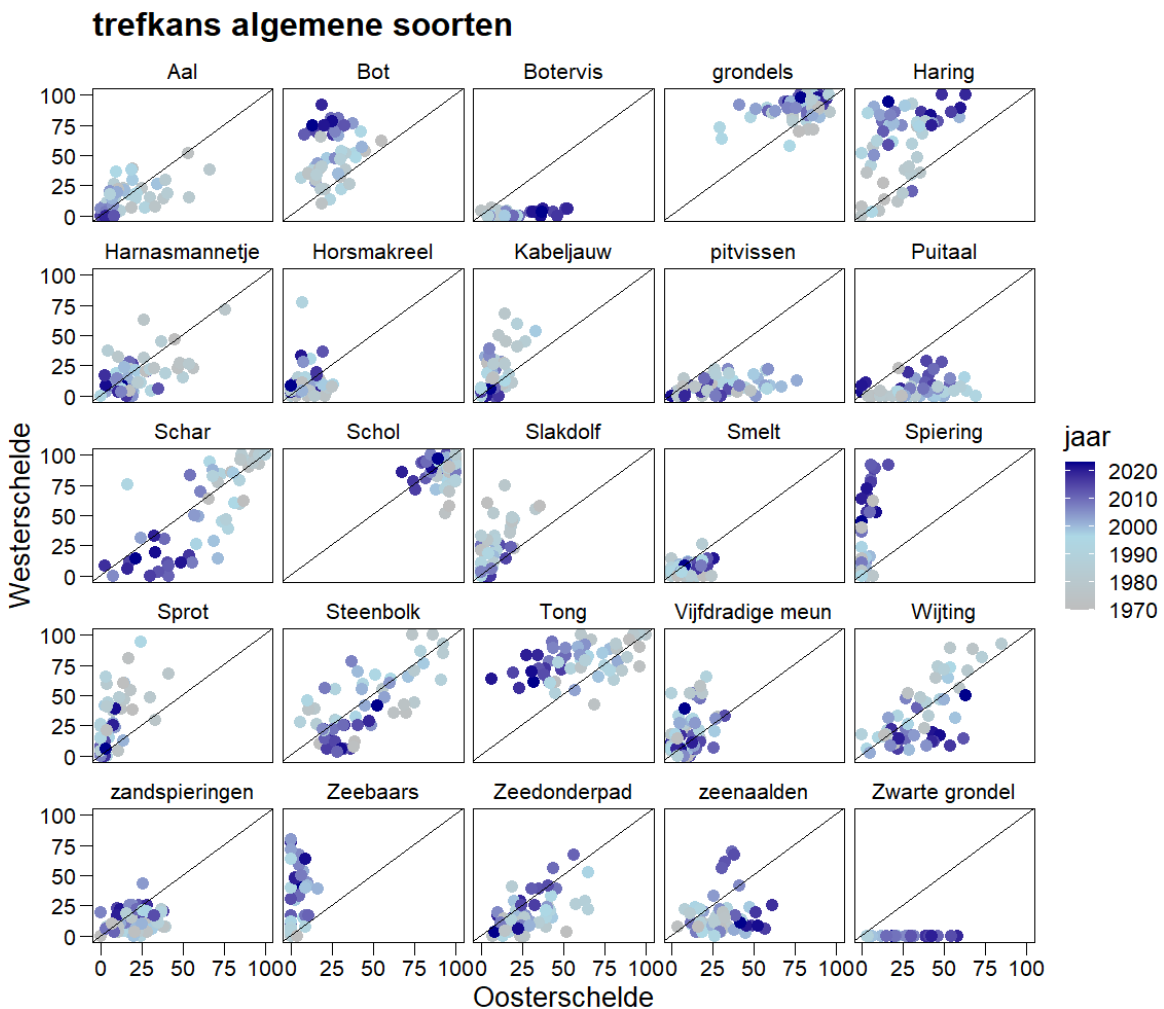


Figuur 5. Trefkans (frequentie van voorkomen = % van de trekken per jaar) van vis in de Oosterschelde en Westerschelde.



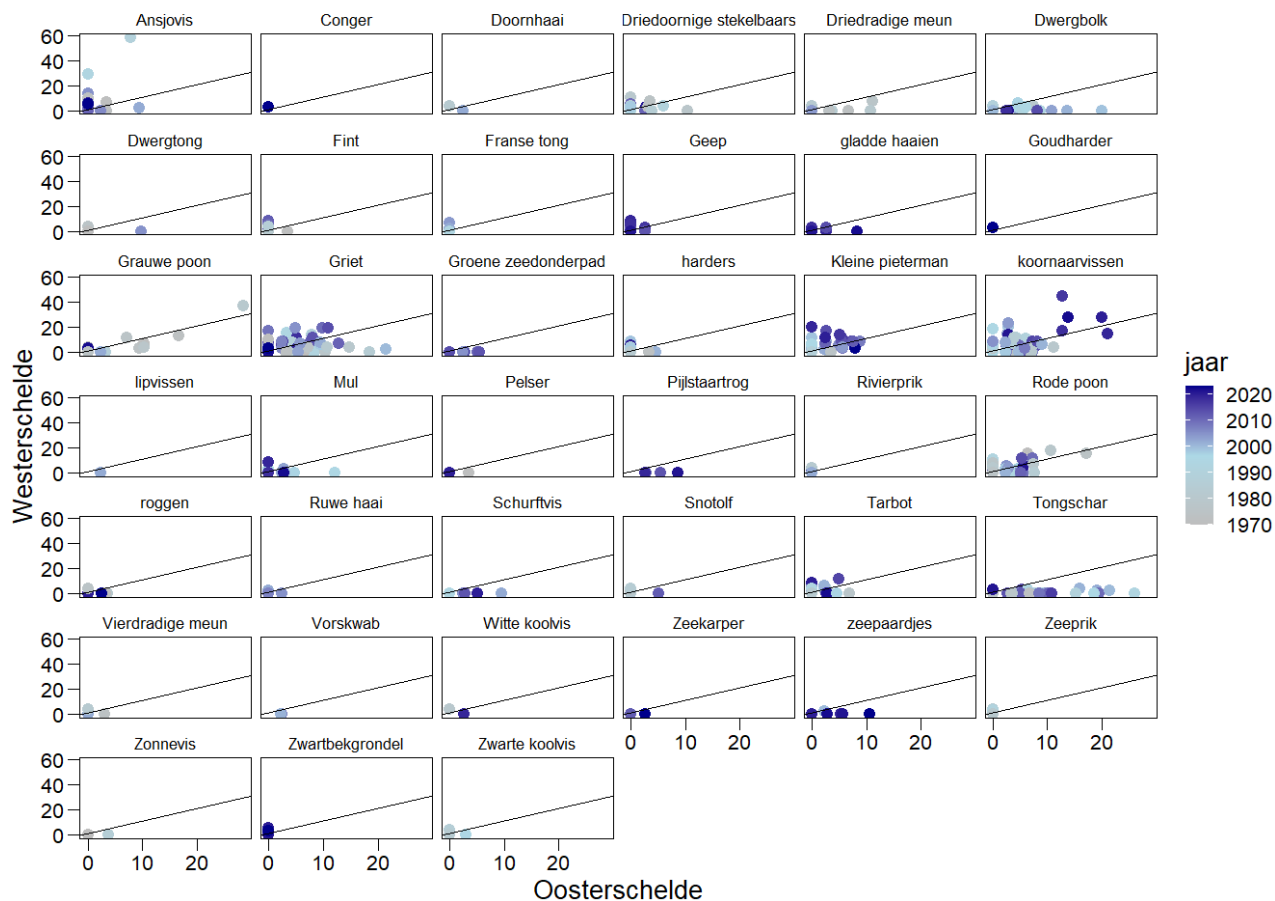
Figuur 6. Aantal vissoorten aangetroffen in de DFS.

De analyse van de vergelijking van frequentie van voorkomen tussen Ooster- en Westerschelde waarvoor een voorbeeld is gepresenteerd in paragraaf 3.5 is voor alle algemene soorten (fig. 7) en de minder algemene soorten (fig. 9) uitgevoerd. Hieruit komen vier verschillende groepen naar voren. Soorten die in beide gebieden zijn afgenomen, soorten die in beide gebieden zijn toegenomen, of soorten die een verschillen in ontwikkeling laten zien tussen de twee gebieden. Met name die laatste categorie is interessant als we op zoek zijn naar factoren die specifiek in de Oosterschelde spelen, maar niet daarbuiten. Soorten die in beide gebieden zijn afgenomen zijn: aal, harnasmannetje, kabeljauw, schar, schol, steenbolk en wijting. Dit zijn afgezien van aal allemaal kinderkamersoorten. Soorten die in beide gebieden zijn toegenomen zijn: haring, koornaarvissen en kleine pieterman. Soorten die een duidelijk verschillende ontwikkeling tussen beide gebieden laten zien zijn: bot (toename Westerschelde ten opzichte van Oosterschelde), en tong (afname trefkans in beide gebieden maar veel sterker in Oosterschelde). Daarnaast zijn er ook soorten die altijd al veel meer in het ene of andere gebied voorkwamen: bijvoorbeeld bot en zeebaars (vaker in Westerschelde) en pitvissen, botervis, puitaal en grondels (vaker in Oosterschelde). Terwijl pitvissen steeds minder vaak worden aangetroffen neemt de trefkans voor botervissen in de Oosterschelde juist toe. Spiering is een soort die in geen van beide gebieden veel voorkwam, maar nu steeds vaker aangetroffen wordt in de Westerschelde.



Figuur 7. Veranderingen in frequentie van voorkomen van algemenere soorten (komen voor in >10% van het totale aantal trekken) in de Ooster- en Westerschelde. Soorten in alfabetische volgorde.

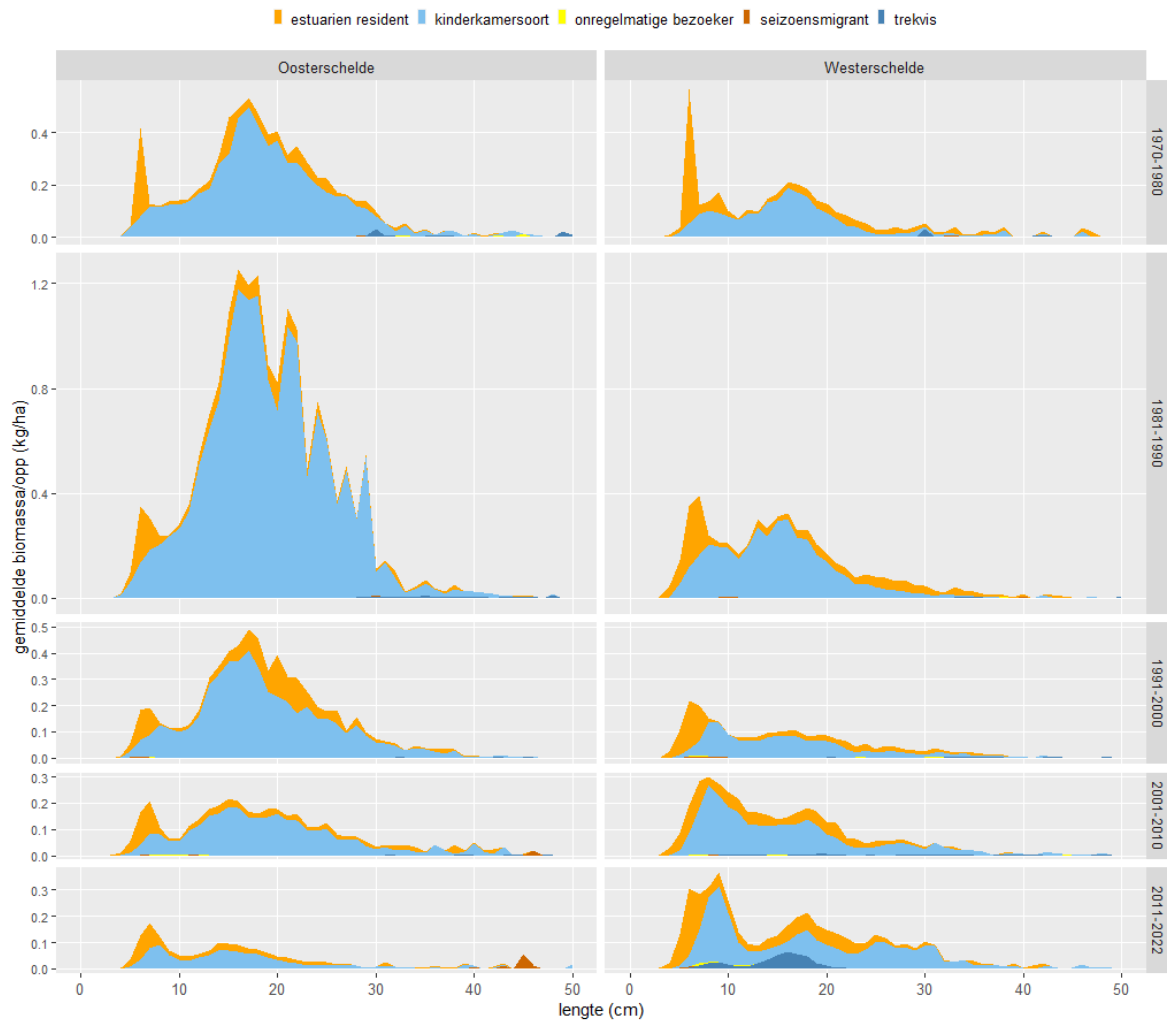
trefkans zeldzame soorten



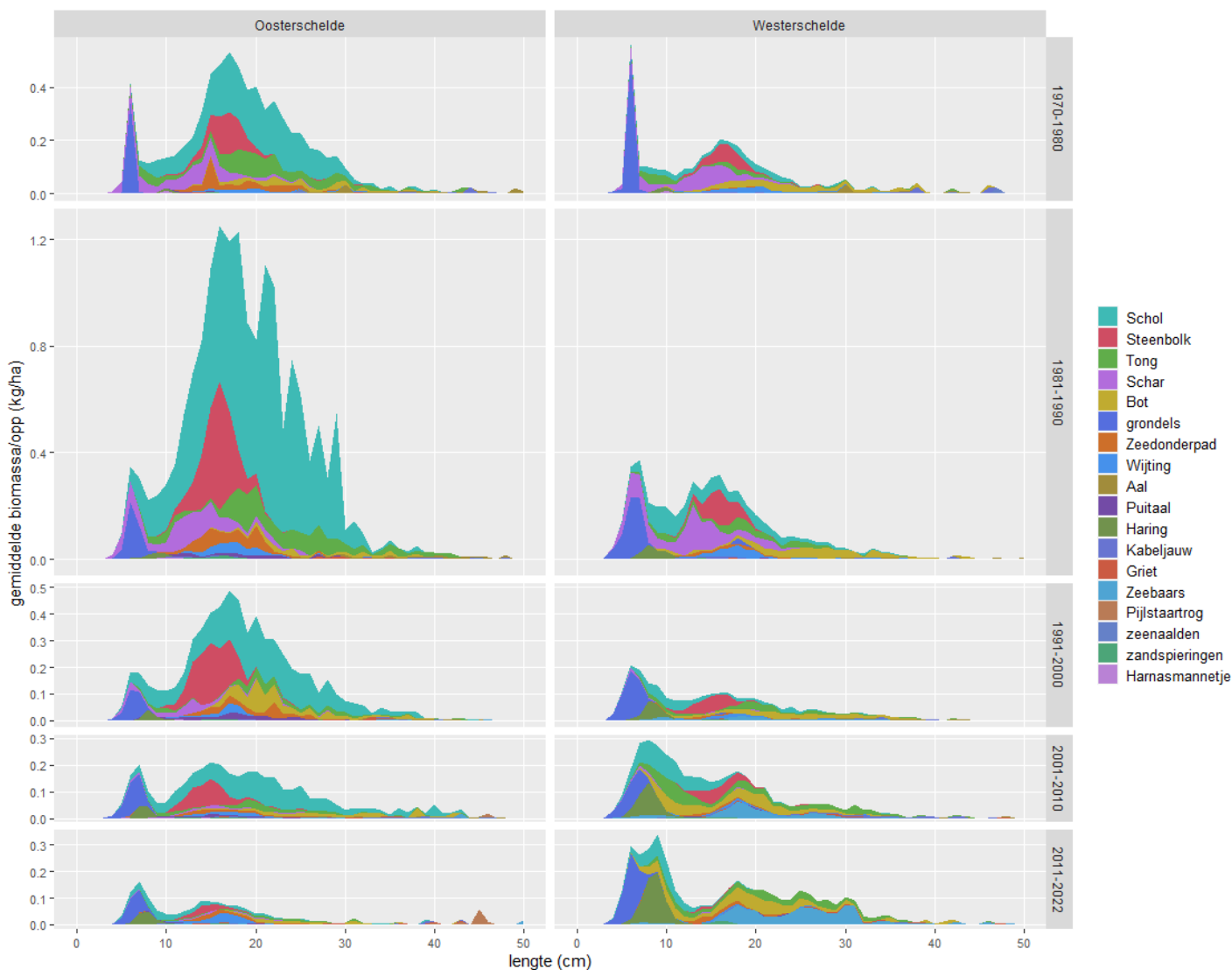
Figuur 8. Veranderingen in frequentie van voorkomen van zeldzamere soorten (komen voor in $\leq 10\%$ van het totale aantal trekken) in de Ooster- en Westerschelde. Soorten in alfabetische volgorde.

Een andere manier om naar de totale visfauna te kijken is te analyseren hoe de verdeling van de visbiomassa over soortgroepen en lengteklassen is veranderd (fig. 9 en 10). Daarbij is onmiddellijk duidelijk dat de bulk van de biomassa wordt bepaald door de kinderkamersoorten, gevolgd door residente soorten en daarna pas de overige groepen. Van de kinderkamersoorten zijn schol en steenbolk over de hele periode heen de meest voorkomende twee soorten in zowel Ooster- als Westerschelde (fig. 10).

Een andere opvallende ontwikkeling is dat vergeleken met de jaren 1970 de vissen nu gemiddeld veel kleiner zijn. De piek in de jaren 1980 die we op veel plekken zien (ook in de Waddenzee) is ook duidelijk aanwezig in zowel de Ooster- als de Westerschelde. In het laatste decennium is er ook duidelijk sprake van nog verdere afname van totale visbiomassa in de Oosterschelde vergeleken met de Westerschelde. Een andere opvallende ontwikkeling is de opkomst van een aantal seizoensmigranten in de laatste periode in de Oosterschelde, dit betreft enkele pijlstaartroggen en gladde haaien (fig. 10).



Figuur 9. Verdeling van visbiomassa over lengteklassen in verschillende periodes in de Ooster- en Westerschelde voor de verschillende visgildes.



Figuur 10. Verdeling van visbiomassa over lengteklassen in verschillende periodes in de Ooster- en Westerschelde voor de 20 soorten in de Oosterschelde met gemiddeld de grootste biomassa.

5.3.1.1 Trends dichtheden kinderkamersoorten

Uit voorgaande eerste analyses is al duidelijk geworden dat met name de kinderkamersoorten een sterke achteruitgang hebben laten zien. Dat zien we ook terug in een gecombineerde trend van alle kinderkamersoorten (fig. 11). De sterkste achteruitgang heeft in beide scheldes plaatsgevonden vanaf eind jaren 1980, en is vanaf 2010 op een laag niveau gestabiliseerd. In de Voordelta is de achteruitgang al eerder tot stand gekomen.

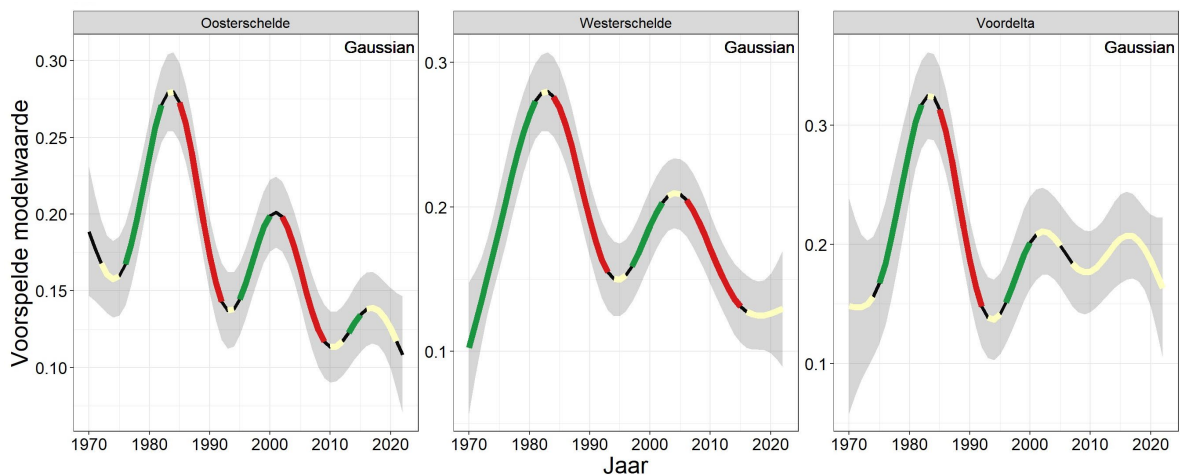
Van de individuele soorten waarvoor trends berekend konden worden (bijlage 2) laten vrijwel alle soorten (kabeljauw, schar, schol, steenbolk, tong, wijting) in de Oosterschelde een afname zien die inzet vanaf de jaren 1980, met soms tussentijdse oplevingen (bv steenbolk, wijting) en een stabilisatie op een laag niveau. De enige twee soorten die een tegengestelde ontwikkeling doormaken zijn smelt en haring, twee soorten die in tegenstelling met de overige soorten niet op de bodem maar in de waterkolom leven en zoöplanktoneters zijn. Voor deze twee pelagische soorten is de bemonsteringsmethode gebruikt in de DFS suboptimaal.

In vergelijking met de ontwikkelingen in de Oosterschelde met die in de Westerschelde en Voordelta vallen een aantal zaken op:

- Voor haring en smelt zijn de ontwikkelingen vergelijkbaar: toename in alle gebieden.
- Kabeljauw vertoont overall een afname over de hele periode maar laat in de Westerschelde en Voordelta wel tussentijdse opleving zien tussen 1990 en 2005, waarna de trend weer verder afneemt.
- Schar en steenbolk nemen in alle gebieden af.
- De afname van schol is sterker in de Oosterschelde, in de Westerschelde en Voordelta is sprake van een afwisselend patroon van afname en toename, met in de Voordelta zelfs een duidelijke opwaartse trend in de laatste periode
- Tong neemt in Oosterschelde sterker af, in alle gebieden komen oplevingen voor die opvallend genoeg niet synchroon lopen (Oosterschelde: 1990-2000, Westerschelde 1995-2005, Voordelta 1995-2015)

In vergelijking tussen deelgebieden in de Oosterschelde valt op:

- Haring en smelt toename alleen in de monding, in de overige gebieden is de trend stabiel
- Schar, schol en steenbolk nemen in alle deelgebieden af met de minst duidelijke patronen (trend soms onzeker) in de gebieden met de minste waarnemingen (Noord en kom).



Figuur 11. Gecombineerde genormaliseerde trends van dichtheden van alle kinderkamersoorten in de Oosterschelde, Westerschelde en Voordelta.

5.3.1.2 Trends dichtheden residente soorten

De residente soorten laten in de Oosterschelde een schommelende trend zien, waarbij de trend sterk negatief is in het laatste decennium (fig. 12). Die laatste ontwikkeling zien we ook in de Westerschelde en Voordelta terug.

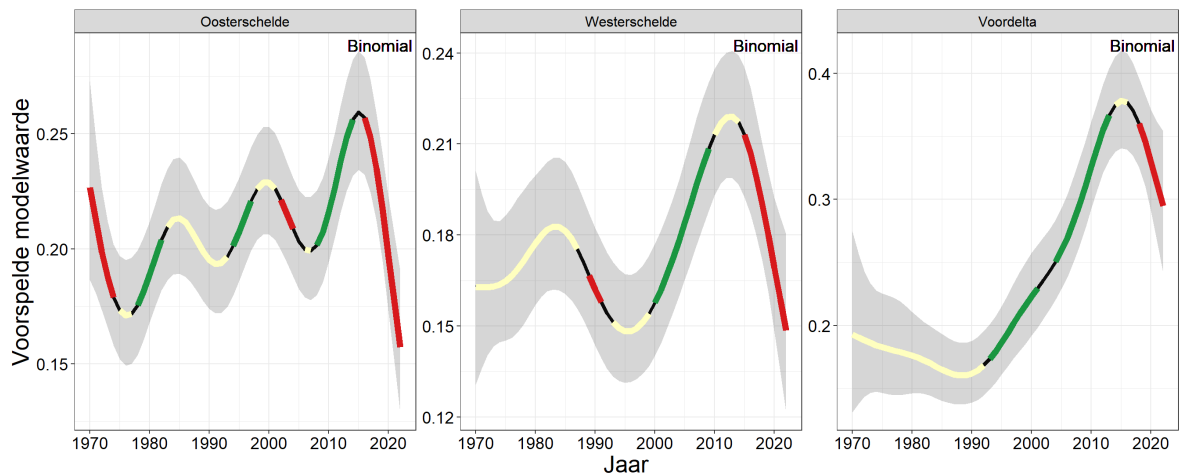
Van de individuele soorten waarvoor trends berekend konden worden (bijlage 3) komen zowel soorten voor die stabiel zijn (bot), toenemen (botervis) als soorten die afnemen (harnasmannetje, pitvissen, puitaal). Wat erg opvallend is de recente vrij abrupte gelijktijdige afname in de Oosterschelde (sinds 2010) van veel soorten: puitaal, vijfdradige meun en zeedonderpad.

In vergelijking met de ontwikkelingen in de Oosterschelde met die in de Westerschelde en Voordelta vallen een aantal zaken op:

- Bot is stabiel in de Oosterschelde, maar neemt in de Westerschelde recent sterk toe, tegen een schommelende trend in de Voordelta.
- Botervis komt vrijwel uitsluitend voor in de Oosterschelde, alhoewel de trefkans in de Westerschelde recentelijk iets toeneemt
- Grondels vertonen een fluctuerende trend in alle gebieden
- De trend voor harnasmannetje is negatief in verschillende periodes in beide scheldes, maar is, door de grote jaarlijkse schommelingen over het algemeen erg onzeker. In de Voordelta is de trend stabiel, maar neemt recent af.
- Pitvissen laten overal grofweg hetzelfde patroon zien: toename tot ca. 2000 gevolgd door een afname
- Puitaal is ook veel meer een Oosterschelde-soort en komt in de hele periode weinig voor in Westerschelde en Voordelta.
- Slakdolf neemt in beide scheldes af, maar vertoont een wisselende trend in de Voordelta, maar ook met een recente afname. De overeenkomst met harnasmannetje is opvallend.
- Vijfdradige meun volgt dezelfde ontwikkeling in beide scheldes met een grotendeels onzekere trend, maar wel met een recente afname. Daar staat een recente toename in de Voordelta tegenover.
- De trend in zandspiering is erg wisselend in de Oosterschelde, maar neemt toe in de Westerschelde en Voordelta
- De sterke afname in zeedonderpad sinds 2015 komt overal voor
- De trend in zeenaalden laat een opvallend contrast zien, met een recente sterke toename in de Oosterschelde en Voordelta tegenover een recente afname in de Westerschelde.

In vergelijking tussen deelgebieden in de Oosterschelde valt op:

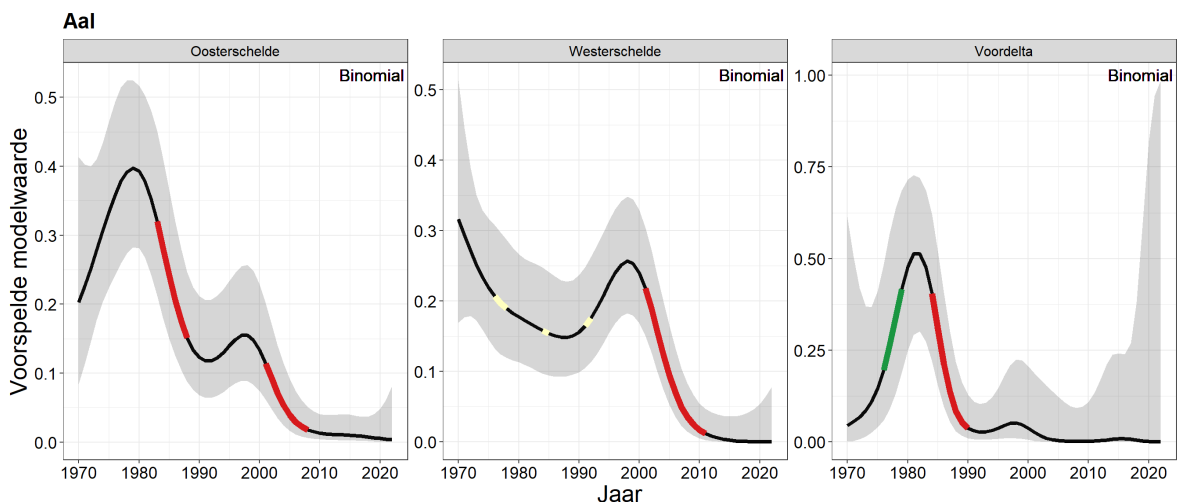
- In alle deelgebieden is bot stabiel, behalve in de kom waar bot over de hele periode sterk afneemt.
- Botervis en pitvissen laten in alle deelgebieden hetzelfde patroon zien
- Grondels vertonen een fluctuerende trend in alle deelgebieden
- De trend van harnasmannetje en slakdolf is door grote jaarlijkse schommelingen onzeker in alle deelgebieden, maar lijkt wel af te nemen.
- De gestage afnemende trend in de kom is duidelijk afwijkend van de andere deelgebieden
- Voor zandspiering, zeedonderpad zijn weinig duidelijke gebiedsverschillen te zien



Figuur 12. Gecombineerde genormaliseerde trends van de trefkans van alle residente soorten in de Oosterschelde, Westerschelde en Voordelta.

5.3.1.3 Trends dichtheden trekvissoorten

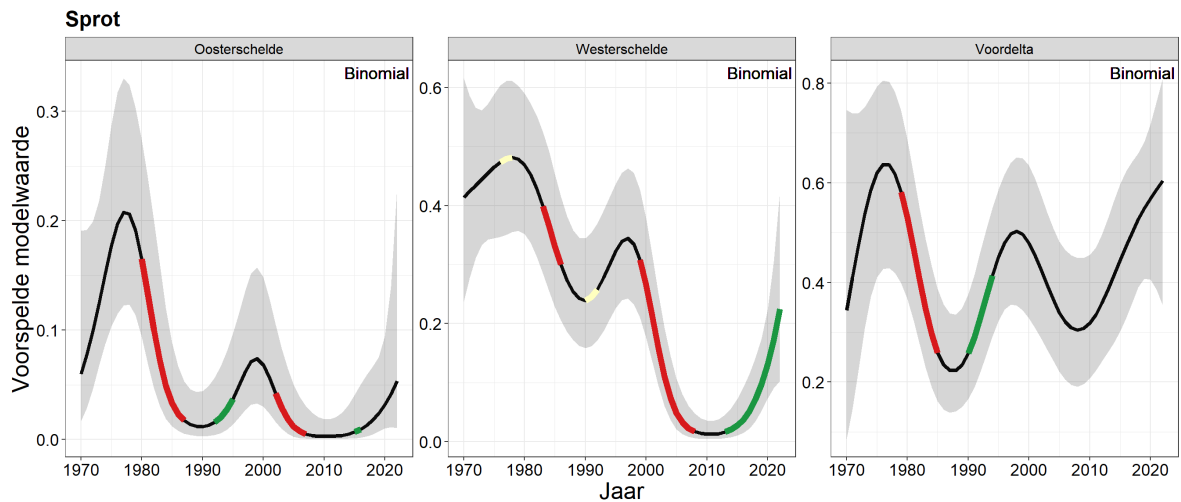
Aal is de enige trekvissoort waarvoor trends berekend konden worden (fig. 13). De andere soorten worden te sporadisch gevangen, wat vooral veroorzaakt wordt door het feit dat het tuig suboptimaal is voor de snellere en minder algemene trekvissoorten. Aal is sterk afgenomen in de Oosterschelde maar ook in de Westerschelde en de Voordelta. Binnen de Oosterschelde wordt dat patroon vooral veroorzaakt door de monding en het noordelijk deel (bijlage 4).



Figuur 13. Trends van de trefkans van aal in de Oosterschelde, Westerschelde en Voordelta (de enige trekvissoort waarvoor trends berekend kunnen worden).

5.3.1.4 Trends dichtheden seizoensgasten

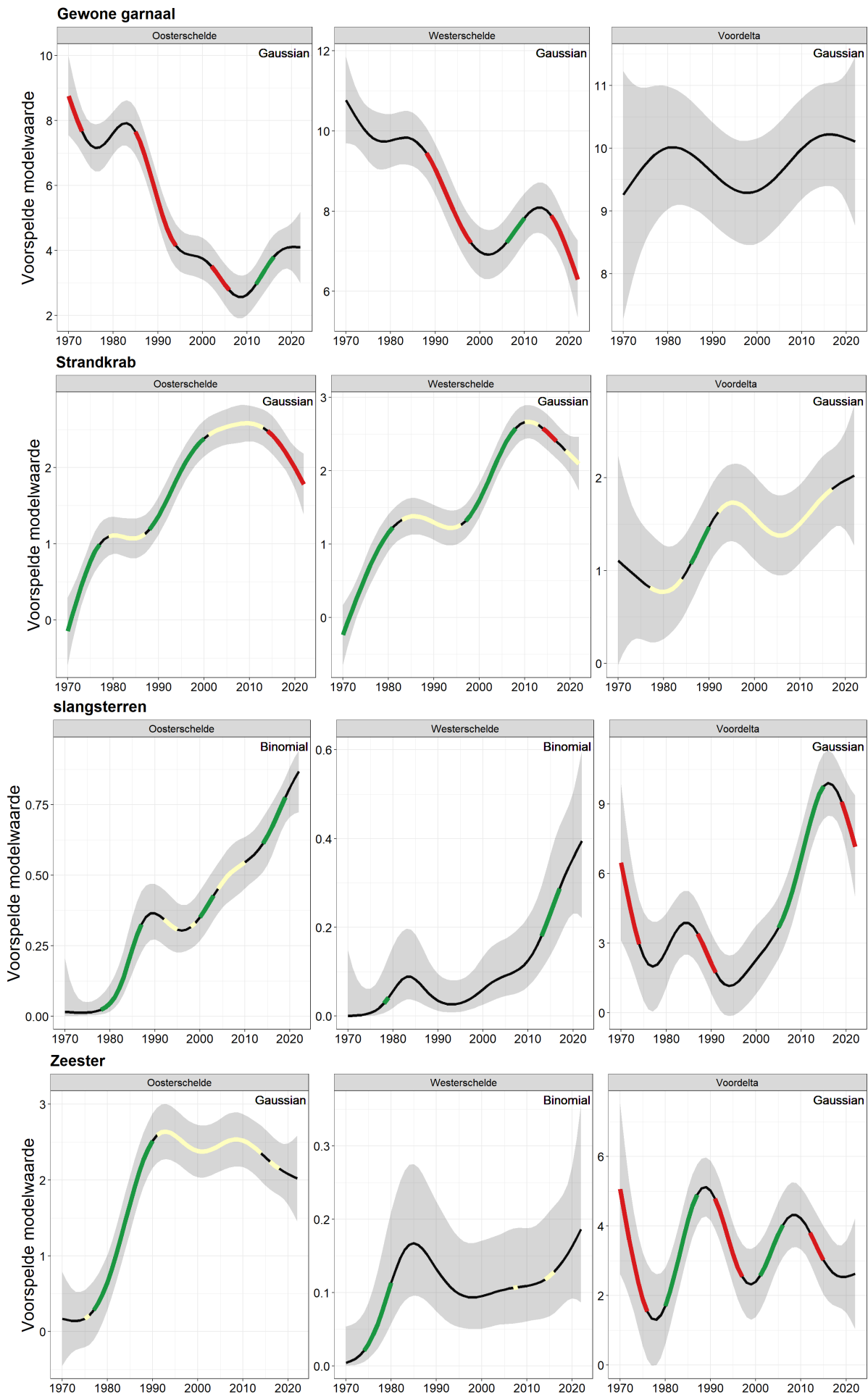
In deze categorie komt alleen sprong algemeen genoeg voor om een trendanalyse uit te kunnen voeren. Voor een pelagische soort als sprong is de bemonsteringsmethode suboptimaal, wat de onzekerheid in de trend deels kan verklaren. De trend in de Oosterschelde is over het grootste deel van de hele periode negatief. Dat geldt ook voor de Westerschelde. Recent loopt de trend in beide scheltes weer omhoog. In de voordelta is een meer afwisselend patroon te zien met afnames en toenames.



Figuur 14. Trends van de trefkans van sprot in de Oosterschelde, Westerschelde en Voordelta (de enige soort in deze categorie waarvoor trends berekend kunnen worden).

5.3.1.5 Trends dichtheden epibenthossoorten

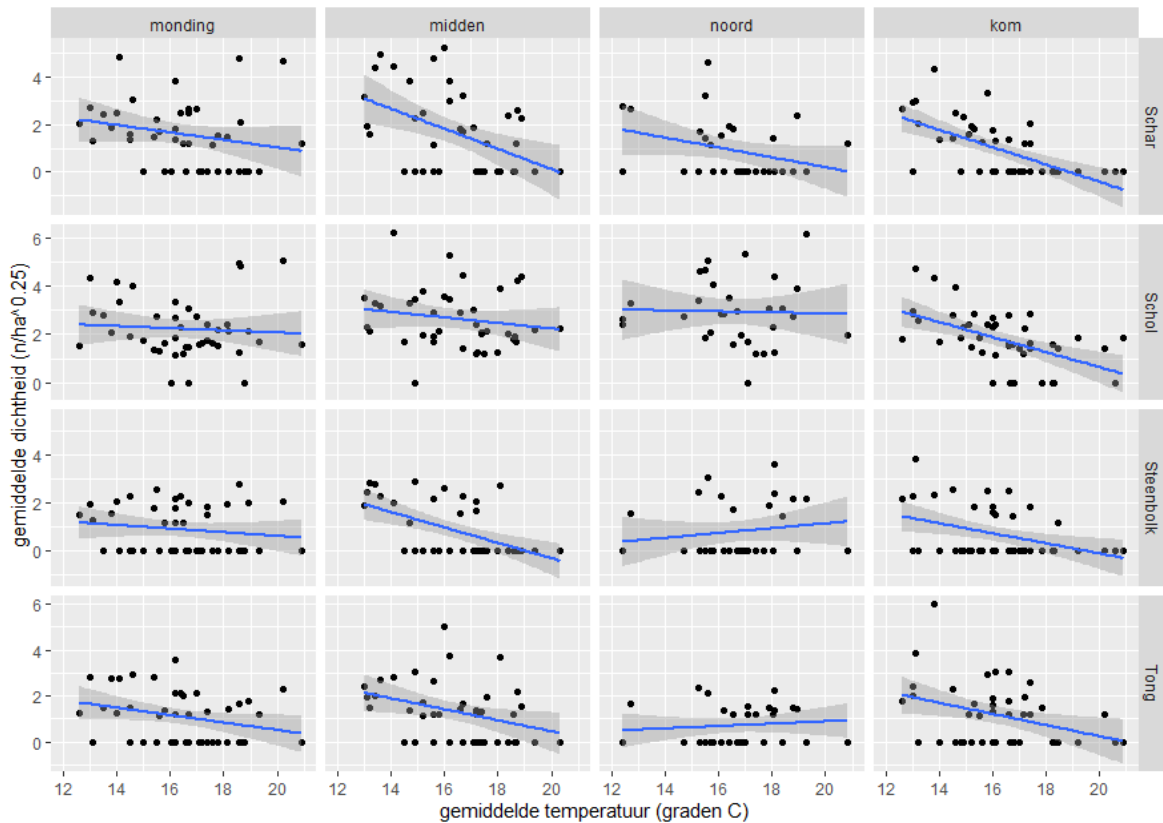
De trends van de vier meest voorkomende epibenthossoorten laten sterke trends zien: duidelijke afnames van garnaal, toename van strandkrab en slangsterren in zowel de Ooster- als de Westerschelde (fig. 15). Zeester nam toe tot 1990 en stabiliseerde daarna. In de Oosterschelde zijn de trend van garnaal en strandkrab bijna complementair: toename in de ene soort gaat gepaard met afname in de andere soort. De trend van slangsterren en strandkrab in de Voordelta is vergelijkbaar met die in de scheldes, maar wijkt af voor garnaal en zeester.



Figuur 15. Trends van vier epibenthosoorten in de Oosterschelde, Westerschelde en Voordelta.

5.3.1.6 Voorkomen in relatie tot temperatuur en doorzicht

Voor de vier meest algemene kinderkamersoorten hebben we uitgezet hoe de dichtheid relateert aan temperatuur in het betreffende jaar in de vier deelgebieden (fig. 16). Over het algemeen neemt de hoeveelheid vis af met stijgende temperatuur, en dat verband is voor alle soorten het duidelijkst in de kom. Aangezien jaar en temperatuur sterk gecorreleerd zijn vanwege de opwarming (fig. 1), hoeven deze verbanden niet causaal te zijn, maar kunnen de afnames ook door een andere factor veroorzaakt worden die door de tijd is veranderd.



Figuur 16. Gemiddelde dichtheden van de vier meest algemene kinderkamersoorten in relatie tot de gemiddelde jaarlijkse temperatuur op de treklocaties.

5.3.2 Monitoringproject Onderwater Oever: vissen, kwallen en kreeftachtigen

De resultaten van het MOO project (Stichting ANEMOON) zijn overgenomen uit van der Loos (2019). Vergeleken met de trends uit de DFS is de serie korter (vanaf 1994 vs. vanaf 1970). In tabel 4 worden de conclusies uit de tabellen 5.1 t/m 5.3 (soorten met significante toenames, afnames en stabiele trend) uit van der Loos (2015) samengevat. Uit analyse van de verschillende soortgroepen, blijkt dat vooral de vissen gemiddeld in aantallen afnemen, de overige groepen tonen geen eenduidige trend maar laten zowel toe- als afnames zien.

Voor de soorten waarvoor met zekerheid een trend vastgesteld kon worden, nam in de Oosterschelde 28.2% van de soorten toe over de onderzoeksperiode, 32.7% vertoonde een stabiele trend en 39.1% een afname.

Tabel 4. Trends in diverse soortgroepen in de Oosterschelde uit het MOO in de periode 1994-2018. Rode pijl: afname, groene pijl: toename, gele pijl: stabiel.

groep	soort	wetenschappelijke naam	trend
kwallen	Oorkwal	Aurelia aurita	→
	Kompaskwal	Chrysaora hysoscella	→
	Blauwe haarkwal	Cyanea lamarckii	→
	Oorkwal (Poliep)	Aurelia aurita (Poliep)	↑
ribkwallen	Amerikaanse ribkwal	Mnemiopsis leidyi	↑
	Slank meloenkwalletje	Beroe gracilis	→
	Zeedruif	Pleurobrachia pileus	→
inktvis	Zeekat	Sepia officinalis	↓
garnalen	Gewone garnaal	Crangon crangon	→
	Veranderlijke steurgarnaal	Hippolyte varians	→
	Geknikte aasgarnaal	Praunus flexuosus	→
	Gewone steurgarnaal	Palaemon elegans	↓
	Gezaagde steurgarnaal	Palaemon serratus	↑
	Kreeftgarnaal	Athanas nitescens	↑
	Roodsprietgarnaal	Palaemon adspersus	↑
	Rugstreepsteurgarnaal	Palaemon macrodactylus	↑
	Waaiergarnaal	Thoralus cranchii of Eualus sp.	↑
heremietkreeften	Grote heremietkreeft	Pagurus bernhardus	→
kreeften	Europese zeekreeft	Homarus gammarus	↓
krabben	Noordzeekrab	Cancer pagurus	→
	Strandkrab	Carcinus maenas	→
	Penseelkrab	Hemigrapsus takanoi	→
	Gewimperde zwemkrab	Liocarcinus navigator	→
	Fluwelen zwemkrab	Necora puber	→
	Gewone spinkrab	Hyas araneus	↓
	Gewone zwemkrab	Liocarcinus holsatus	↓
	Blaasjeskrab	Hemigrapsus sanguineus	↑
	Gladde sponspootkrab	Inachus phalangium	↑
	Hooiwagenkrab (onbepaald)	Macropodia sp.	↑
Ruigkrabje	Pilumnus hirtellus	↑	

groep	soort	wetenschappelijke naam	trend
stekelhuidigen	Gewone zeester	Asterias rubens	↓
	Brokkelster	Ophiothrix fragilis	→
	Gewone zeeappel	Psammechinus miliaris	→
Vissen			
	Botervis	Pholis gunnellus	↑
	Groene zeedonderpad	Taurulus bubalis	↑
	Kleine of Grote zeenaald	Syngnathus sp.	↑
	Bot	Platichthys flesus	↓
	Driedoornige stekelbaars	Gasterosteus aculeatus	↓
	Dwergbolk	Trisopterus minutus	↓
	Gewone zeedonderpad	Myoxocephalus scorpius	↓
	Kabeljauw	Gadus morhua	↓
	Paling	Anguilla anguilla	↓
	Pitvis (onbepaald)	Callionymus sp.	↓
	Pollak	Pollachius pollachius	↓
	Puitaal	Zoarces viviparus	↓
	Steenbolk	Trisopterus luscus	↓
	Tong	Solea solea	↓
Vijfdradige meun	Ciliata mustela	↓	
Vorskwab	Raniceps raninus	↓	
Zwartooglipvis	Symphodus melops	↓	
Zwarte grondel	Gobius niger	→	
Schar	Limanda limanda	→	
Schol	Pleuronectes platessa	→	

Kwallen blijven stabiel of nemen zelfs toe. Deze toename van kwallen (zowel schijfkwallen als ribkwallen) is een trend die wereldwijd wordt geobserveerd en is gerapporteerd van onder andere de Golf van Mexico, Caribische Zee, Noordzee, Oostzee, Middellandse Zee, Arabische Zee, Golf van Thailand, Gele Zee, de Zwarte Zee en zelfs Antarctica (Brotz et al. 2012).

De dwergpijlintvis en gewone pijlintvis worden te weinig waargenomen om met zekerheid een trend vast te stellen. Wel is duidelijk dat beide soorten voornamelijk worden waargenomen in de lente (april-mei), wanneer ze de Zeeuwse Delta intrekken om te paren en eieren af te zetten. De gemiddelde abundantie van de zeekat is significant afgenomen ten opzichte van het eerste monitoringsjaar (1994), maar is de afgelopen tien jaar relatief stabiel gebleven. Voor de zeekat is een duidelijk seizoenspatroon te zien met hogere aantallen in de lente (volwassen exemplaren) en in de nazomer (juvenile exemplaren).

De gemonitorde garnalsoorten laten overwegend een toename of een stabiele trend zien in de Oosterschelde. Slechts één soort (de gewone steurgarnaal) neemt vrij gestaag af. De niet-inheemse rugstreepsteurgarnaal wordt sinds 2005 in Nederland waargenomen en neemt toe.

De Europese zeekreeft vertoont een lichte afname in de Oosterschelde. De Europese kreeft komt pas sinds het eind van de 19e eeuw in Zeeland voor. Waarschijnlijk is de populatie in Zeeland ontstaan door de aanvoer van larven vanuit de Noordzee, maar ook door het ontsnappen van kreeften, afkomstig uit Noorwegen en Zweden, uit kreeftenputten en parken (Havinga 1921). Vooral vroeger werden in Zeeland, voornamelijk uit Scandinavië, grote hoeveelheden kreeft ingevoerd. Verder zijn de

hooiwagenkrab, blaasjeskrab en penseelkrab relatief sterk toegenomen. De blaasjeskrab en Penseelkrab zijn beiden niet-inheemse soorten die uit Azië zijn geïntroduceerd rond respectievelijk 2000. De gewone zwemkrab is gestaag afgenomen. Populaties van de gewimperde zwemkrab zijn stabiel gebleven. De abundantie van de fluwelen zwemkrab en het ruigkrabje vertonen een fluctuerend patroon; dit is waarschijnlijk gecorreleerd aan de relatief koudere winters in 2010 en 2011.

De gewone zeester neemt als enige stekelhuidige uit het MOO-project significant af. Dit is een soort die overwegend geassocieerd wordt met hard substraat, in tegenstelling tot de meeste stekelhuidigen die worden gemonitord door Stichting ANEMOON. In de Oosterschelde blijft de trend van de brokkelster stabiel. Desondanks lijkt de dichtheid van brokkelsterren de afgelopen jaren wel toegenomen te zijn op veel plekken, waarbij brokkelsterren een groot deel van het beschikbare substraat bedekken en daarmee grote gevolgen kunnen hebben op andere benthische soorten. In het MOO wordt geen onderscheid gemaakt tussen het waarnemen van meer dan 100 exemplaren of bijvoorbeeld meer dan 10.000 exemplaren. Toekomstige analyses kunnen aantonen of er sprake is van competitie tussen brokkelsterren en andere benthossoorten.

De MOO-gegevens tonen een overwegend negatieve trend voor de vissen als groep. Van de 41 soorten die door het MOO gemonitord worden, neemt slechts 7% toe (3 soorten) en blijft 10% stabiel (4 soorten) in de Oosterschelde, terwijl 34% afneemt (14 soorten).

Een voorbeeld van een soort waarvan bekend is dat de aantallen sterk afnemen in heel Europa is de paling (ICES 2018). Ook uit MOO-gegevens komt dit ook duidelijk naar voren. De negatieve trend is sterk vertegenwoordigd onder de kabeljauwachtigen: de kabeljauw, pollak, steenbol, dwergbol en vorskab nemen af. Voor wijting is de trend onzeker, en voor geen enkele kabeljauwachtige is de trend stabiel of positief. Onder de platvissen nemen vooral de bot en tong af. Schar en schol vertonen een stabiele trend. Andere soorten die een vrij gestaagde afname doormaken in de Oosterschelde zijn de pitvis, vijfdradige meun en de gewone zeedonderpad. De groene zeedonderpad, zeenaalden en botervis nemen toe. Voor de helft van de gemonitorde vissoorten is de trend niet met zekerheid vast te stellen, bijvoorbeeld voor het harnasmannetje en de geep. Dit zijn soorten waar waarnemingen schaars van zijn.

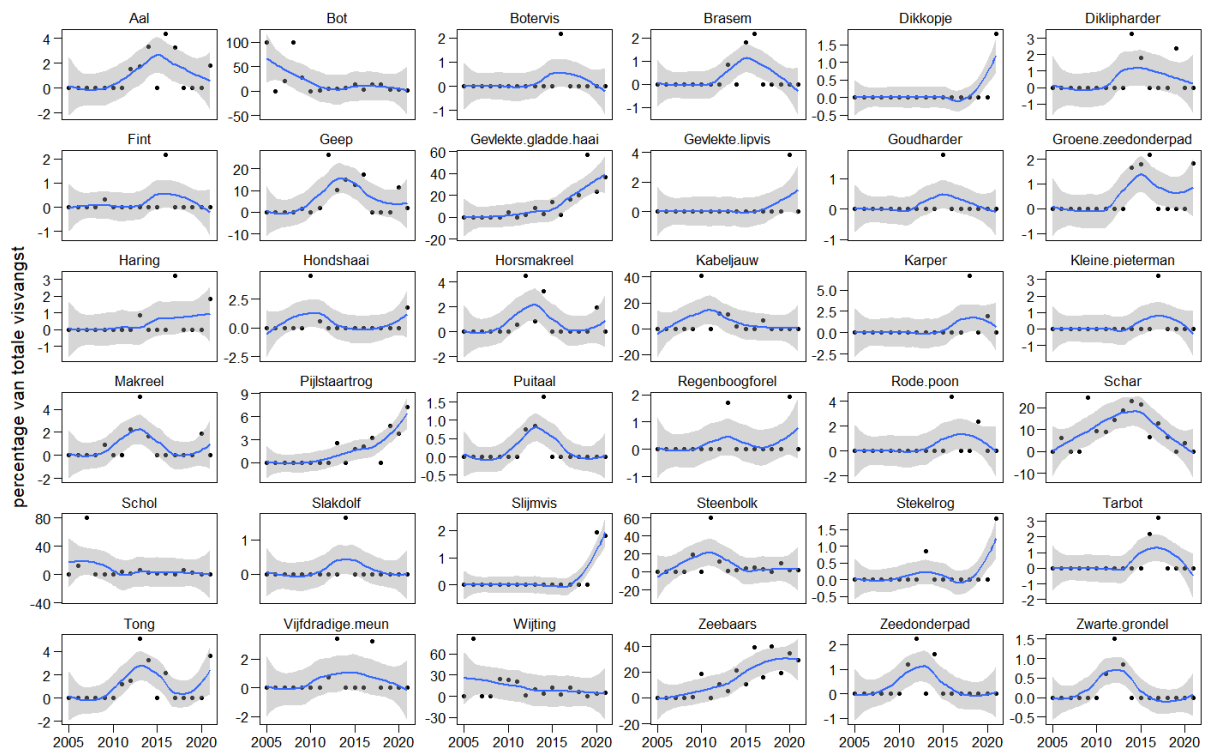
5.3.3 MijnVismaat: vissen

In MijnVismaat worden alleen vangsten geregistreerd maar niet de vangstinspanning. Daarom is het niet mogelijk om goede vispopulatie trends te berekenen. Veranderingen kunnen duiden op het steeds beter weten hoe bepaalde soorten te vangen zijn, toename van visactiviteiten tijdens de Coronapandemie of daadwerkelijke trends in voorkomen/aantallen van de betreffende vissoort. Om toch een poging te doen een beeld van de aantalsontwikkelingen te krijgen zijn de vangsten per jaar uitgedrukt als percentage van het totaal aantal gevangen vissen. Daarbij is de aanname dat de verdeling van vangsten over het jaar heen altijd gelijk zijn.

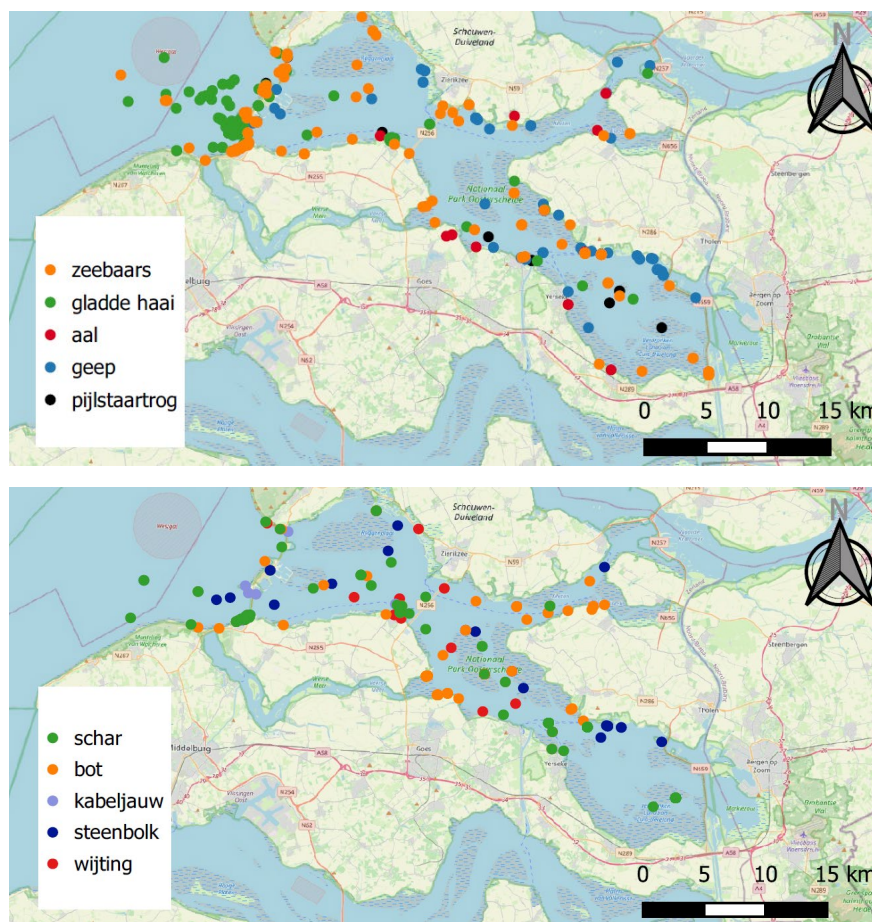
Uitgaande van deze erg versimpelde trendberekening zien we een aantal ontwikkelingen: toename van zeebaars, gevlekte gladde haai en pijlstaartrog (fig. 17). Deze toename komt ook overeen met indrukken uit het veld van sportvissers. Opvallend is dat ruwe haai helemaal niet voorkomt in de dataset.

Tabel 5. Gevangen vissen zoals geregistreerd met de app MijnVismaat in de Oosterschelde (en oostelijk deel van de Voordelta). Aantallen zijn niet gecorrigeerd voor vangstinspanning. In dit overzicht zijn alle waarnemingen opgenomen (dus niet alleen waarnemingen die gevalideerd zijn adhv foto's, maar naar inschatting van Remco Verspui zitten er weinig misidentificaties in de zoutwatervis).

soort	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	totaal
Aal								2	2	2		2	1				1	10
Bot	2		1	71	89		1	7	5	4	8	1	4	2	1	2	1	199
Botervis												1						1
Brasem									1		1	1						3
Diklipharder										2	1				1			4
Fint					1							1						2
Geep					5		3	35	12	9	7	8				6	1	86
Gevlekte gladde haai						1		3	10	2	8	1	5	3	24	12	20	89
Gevlekte lipvis																2		2
Goudharder											1							1
Groene zeedonderpad										1	1	1					1	4
Haring									1				1				1	3
Hondshaai						1	1										1	3
Horsmakreel							1	6	1	2						1		11
Kabeljauw						9		16	13	1			2					41
Karper														1		1		2
Kleine pieterman													1					1
Makreel					3			3	6	1						1		14
Pijlstaartrog									3		1	1	1		2	2	4	14
Puitaal								1	1	1								3
Regenboogforel									2							1		3
Rode poon												2			1			3
Schar		2			78	2	15	19	22	14	12	3	4	1		2		174
Schol		4	4		2		7	2	8	2	1	1		1	1			33
Slakdolf										1								1
Slijmvis																1	1	2
Steenbolk					61		100	15	1	1	2	2	1		4	1	1	189
Stekelrog									1								1	2
Tarbot												1	1					2
Tong							2	2	6	2		1					2	15
Vijfdradige meun								1	4				1					6
Wijting		26			80	5	34	2	12	2	7	1	4	1		2	3	179
Zeebaars					1	4		14	6	13	6	18	5	6	8	18	16	115
Zeedonderpad							2	3		1								6
Zwarte grondel							1	2	1									4



Figuur 17. Trendberekening van soorten zoals geregistreerd in MijnVismaat op basis van het percentage voorkomen in de totale jaarlijkse vangst. Let wel: vangstinspanning wordt niet geregistreerd, dus deze trends zijn sterk versimpeld berekend als percentage van het totaal aantal vissen gevangen in een jaar. De lijnen zijn Loess smoothers bedoeld om het oog enigszins te leiden.



Figuur 18. Verspreiding van een aantal vissoorten zoals geregistreerd in MijnVismaat (gegevens via Sportvisserij Nederland).

De meeste soorten worden over het hele gebeide gevangen (fig. 18). In de kom in het oostelijk deel worden relatief weinig vissen gevangen, maar is wel een hotspot voor de pijlstaartrog. Gevlekte gladde haaien worden vooral gevangen aan de zeezijde van de kering. De locaties van de waarnemingen uit MijnVismaat zijn een indicatie maar geven geen volledig beeld. Veel waarnemingen worden niet gemeld omdat individuele vissers terughoudend zijn met het vrijgeven van goede visplekken (pers. med. Pieke Molenaar). Zo worden pijlstaartroggen ook op en ten noorden van de Roggenplaat gevangen, op de ondiepe plaat en geul noord tegenover Wemeldinge, en langs de kant bij de zuidelijke doorgang van de Oosterscheldekering.

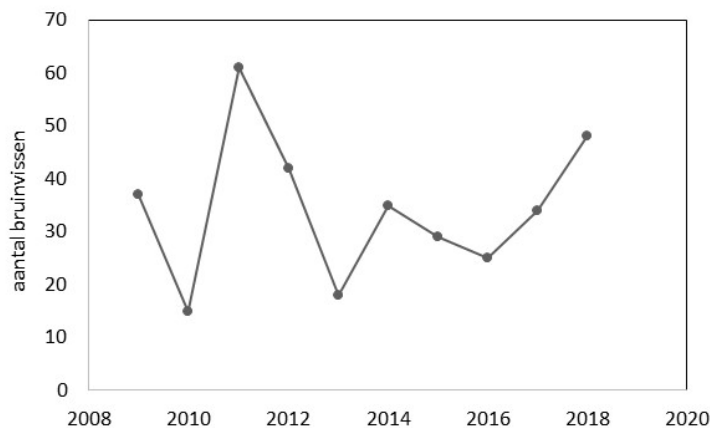
5.3.4 Overige informatie vissen

Afgezien van monitoringgegevens zijn er ook nog een aantal andere informatiebronnen over specifieke soorten. In de uitgave uit de serie Fauna Zeelandica, Vissen in Zeeland Calle *et al.* (2020) is veel informatie gegeven over de ecologie van een groot aantal soorten, wat helpt bij het duiden van trends.

Recent is er een onderzoek uitgevoerd naar de reden van de achteruitgang van ansjovis, een pelagische soort die lang massaal werd aangetroffen in de Oosterschelde maar sinds 2020 helemaal verdwenen lijkt (Stark 2023). Ansjovis zwom tot voor kort in het late voorjaar de Oosterschelde op om te paaien. Waarschijnlijk is de reden dat de Oosterschelde door de Deltawerken en de stijgende watertemperaturen niet langer geschikt is voor ansjovis om zich in voort te planten. De paaimigratie begint wanneer de temperatuur boven de 14°C komt, met een bovengrens van 18°C. De Oosterschelde heeft nagenoeg geen influx meer van zoet water wat verstrekkende gevolgen heeft voor onder meer het zoutgehalte, de nutriëntenhuishouding, het temperatuurverloop over de seizoenen en de troebelheid van het water.

5.3.5 Bruinvissen en zeehonden

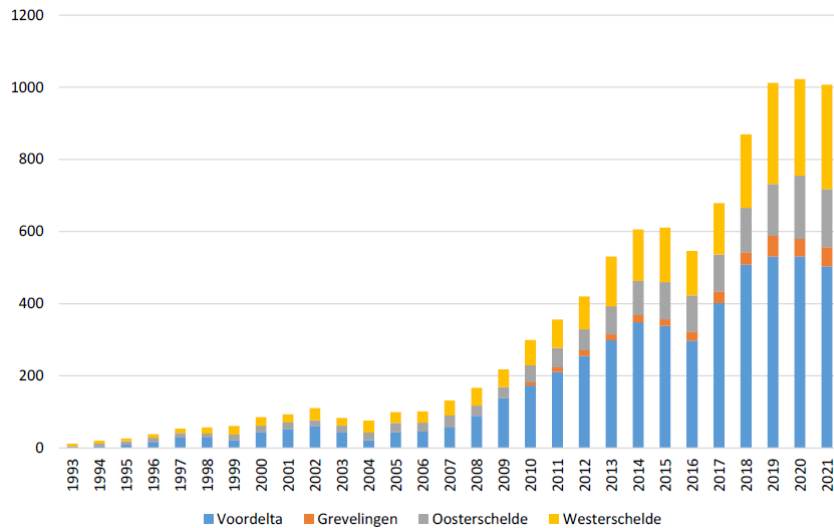
Informatie over aantallen bruinvissen in de Oosterschelde wordt verzameld door Stichting Rugvin (<https://rugvin.nl/oosterschelde/scans/>). Sinds 2009 vindt er een jaarlijkse telling plaats en aantallen schommelen tussen 15 en 48 in de periode t/m 2018 (fig. 19). Vanwege verbeterde telmethode (foto-identificatie) lopen de aantallen de laatste jaren op. Er worden zowel volwassen dieren als kalfjes waargenomen. Meestal worden de meeste dieren ten westen van de Zeelandbrug waargenomen.



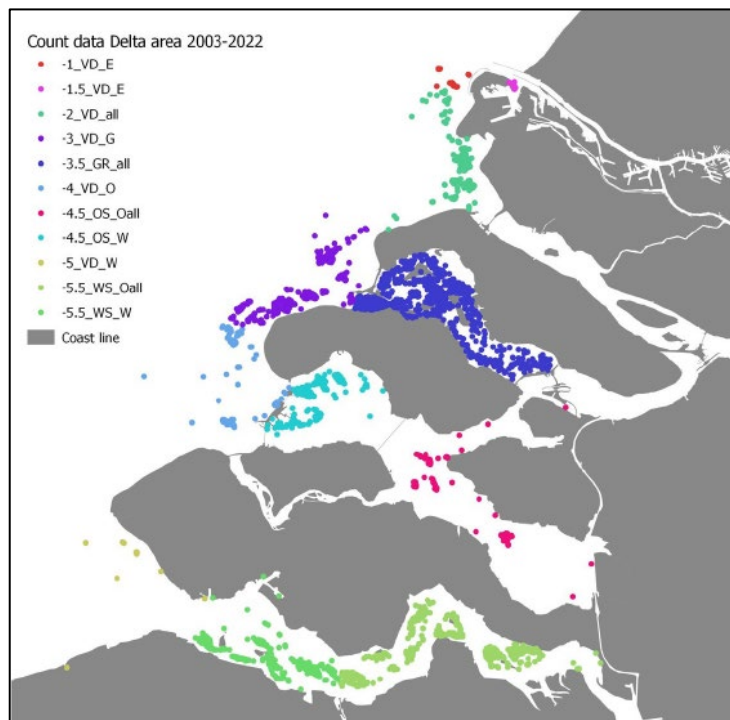
Figuur 19. Aantal getelde bruinvissen Oosterschelde (data Stichting Rugvin). Stichting Rugvin publiceert de tellingen niet in een grafiek vanwege verandering van telmethode.

Voor trendgegevens voor zeehonden is gebruik gemaakt van (Hoekstein et al. 2023) en Brasseur et al. (2022). In het Nederlandse Deltagebied zijn gewone zeehonden en grijze zeehonden relatief recent hersteld na eeuwenlange jacht en versterking van hun leefgebied (fig. 20). De oorspronkelijke kolonies van gewone zeehonden zijn in de 20e eeuw vernietigd, aanvankelijk als gevolg van de jacht en

vervuiling, en gevolgd door de aanleg van de deltawerken in het gebied (Deltawerken). Tussen 1970 en 1990 waren er vrijwel geen gewone zeehonden aanwezig in het gebied. Toen de bouw voltooid was, keerden de gewone zeehonden geleidelijk terug. Bovendien begonnen de grijze zeehonden, die al eeuwenlang afwezig waren, het gebied opnieuw te bevolken. In de Oosterschelde worden recent tussen de 200 en 300 gewone zeehonden in de Oosterschelde geteld en heel weinig grijze zeehonden (Hoekstein *et al.* 2023). De meeste dieren waargenomen in het Deltagebied planten zich niet lokaal voort, maar doen dat in de Waddenzee of het Verenigd Koninkrijk (Bresseur 2017). Hoewel nog steeds klein, zijn er nieuwe lokale populaties van beide soorten, in de Wester- en de Oosterschelde die zich hier ook voortplanten. In de Oosterschelde komen zeehonden in het hele gebied voor, maar vooral in het gebied dichtbij de kering (fig. 21).



Figuur 20. Trend van het seizoensgemiddelde van de gewone zeehond in de delta (Hoekstein *et al.* 2023).



Figuur 21. Vliegtuigwaarnemingen van zeehonden in de periode 2003-2021 (data Delta Milieu Projecten) uit (Bresseur *et al.* 2022).

6 Duiden van trends en knelpuntenanalyse

6.1 Samenvatting trends vissen DFS en MOO

Om overzicht te krijgen over welke soorten een andere trend vertonen in de Oosterschelde vergeleken met andere gebieden zijn de berekende trends over de periode vanaf 1994 samengevat in tabel 6. Voor de soorten waarvan zowel een trend uit het MOO als de DFS beschikbaar is komen ze overeen. De enige verschillen zijn een afname voor bot in het MOO bij stabiele DFS trend, en gelijkblijvende trends voor schar en schol in het MOO tegen afnames in de DFS.

Vrijwel voor alle kinderkamersoorten geldt dat de afnames zowel in de Ooster- als Westerschelde voorkomen, waarbij de trends in de Voordelta voor alle soorten behalve kabeljauw stabiel zijn. Bij het evalueren van deze trends is het belangrijk om ook nog verder terug in de tijd te kijken. Voor vrijwel al deze soorten geldt dat na een aanvankelijke toename vanaf 1970 tot 1980 er een gestage afname plaatsvond. Dit is een patroon dat ook in de Waddenzee heeft plaatsgevonden en in mindere mate ook langs de Nederlandse kust (Tulp *et al.* 2022). Ook veel residente soorten laten overeenkomstige negatieve trends in beide zeearmen zien. Gunstige uitzonderingen hierop zijn bot, botervis en zeenaalden. Wat betreft de trekvissen wijst de enige beschikbare informatie op een afname van aal.

Tabel 6. Samenvatting trends in de Oosterschelde, Westerschelde en Voordelta (links) en de deelgebieden van de Oosterschelde (rechts) in de periode vanaf 1994 op basis van MOO en DFS. Rode pijl: afname, groene pijl: toename, oranje pijl: stabiel, ~ onzeker. Een grijs vak geeft aan dat de trend niet berekend kon worden (te weinig waarnemingen).

gilde	soort	MOO >1994				DFS >2000			
		Oosterschelde	Oosterschelde	Westerschelde	voordelta	monding	midden	noord	kom
kinderkamer	Haring		↑	↑	→	↑	↑	~	~
	Kabeljauw	↓	↓	↓	↓	↓	↓	~	~
	Schar	→	↓	↓	→	↓	↓	→	→
	Schol	→	↓	↓	→	↓	↓	→	→
	Smelt		↑	→		→	~		
	Steenbolk	↓	↓	↓	→	↓	~	~	~
	Tong	↓	↓	↓	→	↓	↓	↓	↓
	Wijting		→	→		→	~	~	~
resident	Bot	↓	→	↑	~	~	→	~	↓
	Botervis	↑	↑			↑	↑	↑	~
	grondels		→	→	~	→	→	~	→
	Harnasmannetje		↓	~	~	~	~	~	~
	pitvissen	↓	↓	~	↓	↓	↓	~	~
	Puitaal	↓	↓	~	~	↓	↓	~	↓
	Slakdolf		~	↓	→	~	~	~	↓
	Vijfdradige meun	↓	↓	↓	↑	~	~	~	→
	Vorskwab	↓							
	zandspieringen		→	→	↑	~	→		
	Zeedonderpad	↓	↓	↓	~	↓	~	→	~
	zeenaalden	↑	↑	↓	↑	↑	↑	→	~
	Zwarte grondel	→							
trekvis	Aal	↓	↓	↓	→	↓	~	~	↓
	Driedoornige stekelbaars	↓							
onregelmatige bezoeker	Dwergbolk	↓							
	lipvissen	↓							
seizoengast	Sprot		~	↑	~	~	~	~	

6.2 Samenvatting trends epibenthos DFS en MOO

De vier epibenthossoorten waarvoor uit zowel DFS als MOO gegevens bekend waren laten verschillen in trends zien tussen beide programma's die waarschijnlijk te verklaren zijn door de verschillende tijdperiodes (>1970 vs >1994), maar ook het verschil in bemonsterd gebied speelt hier waarschijnlijk een rol. Garnaal en strandkrab zijn stabiel in het MOO maar nemen af c.q. toe in de DFS. Zeester is stabiel (na een aanvankelijke toename) in DFS, maar de trend is negatief in MOO.

6.3 Duiding trends en knelpuntenanalyse

6.3.1 Vissen

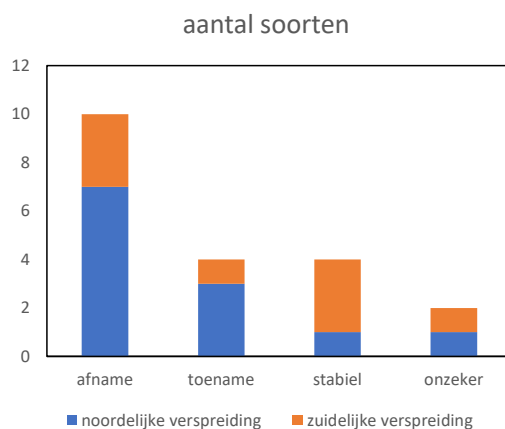
Als oorzaken van de waargenomen aantalsontwikkelingen zijn diverse mogelijke redenen. Mede door de aanleg van de deltawerken zijn de abiotische condities in de Oosterschelde sterk veranderd. De combinatie van afnemende doorspoeling van met name het oostelijk deel, oplopende watertemperatuur en saliniteit en afname in nutriënten is geen gunstige mix van omstandigheden voor veel vissoorten. Deze factoren kunnen op allerlei verschillende manieren doorwerken, variërend van directe effecten op fysiologie tot indirecte effecten via de voedselketen of gedrag.

Naast veranderingen in abiotiek zijn andere menselijke invloeden zoals visserij, vervuiling, veranderingen in habitat, voedselaanbod of predatiedruk mogelijke verklarende factoren. Hiernaar is echter weinig gericht onderzoek gedaan en al helemaal niet specifiek in de Oosterschelde (Schotanus *et al.* 2022). Hieronder zetten we op een rij wat hierover bekend is.

temperatuur

Naar verwachting zijn soorten die een noordelijke verspreiding hebben (en waar Nederland aan de zuidelijke grens van hun verspreidingsgebied ligt) gevoeliger zijn voor een negatief effect van opwarming dan soorten met een zuidelijke verspreiding (en omgekeerd). Van het totaal aantal soorten uit tabel 6 zijn er meer soorten die afnemen dan toenemen. Onder de soorten met een negatieve trend zijn zowel soorten met een zuidelijke verspreiding als met een noordelijke verspreiding (fig. 22). Soorten met een stabiele trend zijn vooral zuidelijke soorten. Ook onder soorten met een positieve trend zijn beide groepen vertegenwoordigd. Dat geeft aan dat de oplopende temperatuur niet voor elke soort de (enige) verklaring voor de aantalsontwikkeling is.

De grootste verandering in totale visbiomassa komt op het conto van kinderkamersoorten, zowel in veranderingen in aantallen (trefkans) als in lengte. Gezien het feit dat de afname vrij universeel is in alle ondiepe gebieden in de (internationale) Waddenzee en langs de kust, lijkt het onwaarschijnlijk dat er hiervoor in de Oosterschelde een specifieke afwijkende oorzaak is. Voor schol is aannemelijk gemaakt dat door de toenemende hogere temperaturen ondiepe kustgebieden ongeschikt lijken te worden voor jonge exemplaren (Teal *et al.* 2012; van de Wolfshaar *et al.* 2015). Achtereenvolgens zijn in de loop van de tijd eerst de 2-jarige, daarna de 1-jarige schol verdwenen. Tegenwoordig komt vrijwel uitsluitend 0-jarige schol in deze gebieden voor (van der Veer *et al.* 2022). Ook schar laat deze ontwikkeling zien, en tong in iets minder extreme mate.



Figuur 22. Aantal toenemende, afnemende, stabiele en onzeker trends in de Oosterschelde (in de periode > 2000) van soorten met een zuidelijke versus noordelijke verspreiding. De classificatie van noordelijk versus zuidelijk is afkomstig uit Engelhard *et al.* (2011).

Van de puitaal is bekend dat de opwarming (en daarmee gepaard gaande lagere zuurstofgehaltenes van het water) waarschijnlijk de oorzaak is van de achteruitgang (Pörtner *et al.* 2001). De toename in watertemperatuur kan ook positief doorwerken voor soorten die goed gedijen in warmer water. Het is waarschijnlijk dat de toename in waarnemingen van zeebaars hier door veroorzaakt wordt. Zeebaars concentreert zich vaak rondom koelwateruitlaten waar de water temperatuur hoger is dan in de omgeving.

In de Oosterscheldegegevens zien we ook effecten van temperatuur op bv de platvissoorten (fig. 16), maar aangezien de temperatuurtrend samenvalt met ontwikkeling in de tijd, is niet te ontrafelen of hier de temperatuur of een andere ontwikkeling in de tijd de sturende factor is.

Zeebaars is een zuidelijke soort die sterk reageert op watertemperatuur en waarschijnlijk juist profiteert van de hogere temperaturen (Tulp *et al.* 2022). Alhoewel de Noordzee-zeebaarspopulatie niet in een goede staat verkeert (ICES 2022a), nemen de aantallen in Nederlandse wateren toe.

Voedsel

Soorten die over de afgelopen twee decennia in de Oosterschelde toenames laten zien zijn pelagische zooplanktonetende soorten: smelt, haring en zeenaalden (zandspieringen stabiel). Dat zou kunnen duiden op een verbetering van het voedselaanbod, maar kan ook een spillover effect zijn van populaties op de Noordzee. Eenzelfde toename zien we ook terug in de Waddenzee en de kustzone (Tulp *et al.* 2022). Over de ontwikkeling van zoöplankton is echter zeer weinig bekend.

Voor ander potentieel visvoedsel, zoals bodemfauna zijn geen duidelijk trends gevonden die wijzen op een verslechtering van het voedselaanbod (Craeymeersch & Ysebaert 2021).

Habitat

Opvallend is de toename van botervis in de Oosterschelde, een soort met een sterke voorkeur voor hard substraat. Het zou interessant zijn om te onderzoeken of de ontwikkelingen in het aanbod van hard substraat (ontwikkeling Japanse oesterbanken) hierbij een rol speelt. Andere hard substraatsoorten zoals kabeljauw, wijting, steenbolk, vijfdradige meun, harnasmannetje en zeedonderpad laten echter een afname zien. Gezien het feit dat er zeker geen vermindering in hard substraat is opgetreden (eerder een toename) lijkt dit niet een logische oorzaak. Voor deze soorten spelen waarschijnlijk andere regulerende factoren mee, mogelijk anderszins op de Noordzee.

Visserijdruk

De visserijdruk op de Noordzee op een aantal demersale vis en pelagische vissoorten is de laatste decennia afgenomen (<https://agrimatie.nl>). Dit heeft duidelijke gevolgen gehad voor een aantal commercieel beviste soorten en ook voor bijvangst. De volwassen populaties schol, tong en wijting op de Noordzee nemen daardoor toe (ICES 2022b). De relatie tussen volwassen populaties en het aantal geproduceerde jonge vissen die in gebieden zoals de Oosterschelde terecht komen is vaak heel diffuus (stock-recruitment) omdat zoveel omgevingsfactoren (bv stroming, temperatuur) hier invloed op uitoefenen. Voor de kinderkamersoorten is een duidelijke relatie tussen ontwikkelingen in de volwassen populatie op de Noordzee en de dichtheden jonge individuen in de delta dan ook niet vanzelfsprekend.

Effecten van visserij in de Oosterschelde zelf zijn nauwelijks onderzocht. Er vinden veel verschillende visserij activiteiten plaats (tabel 7). Zo is er bijvoorbeeld niet bekend hoeveel vis er in de vaste vistuigen visserij jaarlijks onttrokken wordt (Schotanus *et al.* 2022). Garnalenvissers (naar schatting in totaal 10) gebruiken de Oosterschelde vooral als uitwijkmogelijkheid bij slecht weer en meestal zijn de beschikbare visuren al vroeg in het jaar opgebruikt. Soorten zoals schol, tong, schar en bot worden ook veel bijgevangen in de garnalenvisserij, met name individuen <10 cm (Catchpole *et al.* 2008; van der Hammen *et al.* 2015). Garnalenvisserij vindt plaats zowel in de Ooster- als Westerschelde als in de Voordelta. Over de eventuele relatieve bijdrage van de garnalenvisserij op de afnemende trend in deze soorten is geen duidelijkheid (Eijsackers *et al.* 2023).

Tabel 7. Overzicht actieve vergunningen op dit moment in de Oosterschelde; tussen haakjes het maximum aantal vergunningen dat wordt uitgegeven. Uit (Schotanus et al. 2022)

Vergunningen	Aantal
Handlijvisserij (Oosterschelde, Westerschelde, Nieuwe Waterweg, Zeegat van Goeree, Brouwershavense Gat)	72
Sleepnetvisserij ten oosten van de Oosterscheldekering (garnaal)	10 (11)
Vaste vistuigen (standaard" vergunning): per vergunning mogen er maximaal 180 schietfuiken/kubben/korven en een ankerkuil worden ingezet.	43
Vaste vistuigenvisserij op niet Staatswater	5
Zegenvisserij	8
Staand wantvisserij	16
Mosselzaadvisserij	1 (incidenteel)
Oestervisserij op vrije gronden	34 (35)
Handmatig oesters rapen	42
Handmatige kokkelvisserij	31
Weervisserij	2
Huurders percelen	
1500 hectare oesterpercelen	45
3900 hectare mosselpercelen (betreft huurovereenkomsten in zowel Oosterschelde en/of Waddenzee)	87
Off-bottom oesterkweek	1
316 hectare Mosselzaadinvanginstallaties (MZI's) (betreft vergunningen in zowel Oosterschelde, Voordelta en/of Waddenzee)	1
166,83 hectare mosselhangcultuurlocaties	11
312 hectare verwaterperceel	1
Visvakken: binnen deze visvakken mag de huurder vissen met de in de huurovereenkomst genoemde vaste vistuigen (b.v. fuiken/kubben en staand want)	19

Haaien en roggen

De toename in de grotere soorten zoals pijlstaartrog en gevlekte gladde haai zijn lastig te duiden. Waarschijnlijk speelt het warmer wordende water hierbij een rol. Nadat steeds meer sportvissers gericht op deze soorten zijn gaan vissen en melding maakten van de vangst van kleine haaien in en rond de Oosterschelde, is door Sportvisserij Nederland (SVNL) in samenwerking met WMR een merkprogramma voor de gevlekte gladde haai geïnitieerd in de zuidwestelijke Delta. Tussen 2011 en 2019, zijn er in totaal 4.258 haaien en roggen gemerkt, waaronder 3.778 gevlekte gladde haaien. Hiervan zijn er in totaal 221 exemplaren teruggemeld. De volwassen vrouwtjes werden in de wintermaanden teruggevangen in de Golf van Biskaje, mannetjes zwommen zowel naar het Engelse Kanaal als naar het noorden in de winter (Brevé et al. 2016). Het grotere aantal waarnemingen in de Voordelta worden ook bevestigd in een merkprogramma van Sportvisserij Nederland in de zuidwestelijke Delta waar zowel grotere vrouwtjes en kleine haaien worden gevangen. Dit kan duiden op het belang van de Voordelta als mogelijk paaigebied voor deze soort (Brevé et al. 2016).

Overigens zijn er recent meldingen van tientallen (doorgaans vrouwelijke) ruwe haaien die gevangen worden in netten in de Oosterschelde, en aangeland (per. med. Niels Breve). Ook wordt ruwe haai ten onterechte aangezien voor gevlekte gladde haai, en aangeland.

De pijlstaartrog is een seizoensgast in de ZW delta in voorjaar en zomer. Pijlstaartroggen zijn levendbarend en baren 4-7 jongeren per jaar. Zij eten kreeftachtigen, vis en mosselen. Gezien de voorkeur van pijlstaartroggen voor de kom en de gebieden rondom de Roggenplaat, is het goed mogelijk dat ze de mossel- en oesterpercelen gebruiken om voedsel te zoeken.

Voor migrerende soorten zullen veranderingen en drukfactoren in wateren buiten de Oosterschelde en Westerschelde een directere rol spelen en doorwerken op het voorkomen in de Ooster- en Westerschelde. Bijvoorbeeld hoge visserijdruk in het Engelse Kanaal tijdens het winterhalfjaar kan het

voorkomen van zomergasten als zeebaars, pijlstaartrog en gevlekte gladde haai in de Zeeuwse delta negatief beïnvloeden, om maar een van de vele potentiële factoren te noemen.

Om ook factoren buiten de Zeeuwse Delta mee te nemen in de duiding van de gepresenteerde trends en ontwikkelingen, vergt goed inzicht in de soortspecifieke bewegingspatronen en variatie daarin binnen een soort. Die informatie is nodig om te kunnen bepalen welke andere gebieden in welke mate van belang zijn voor populaties die de Zeeuwse Delta gebruiken, alsmede de effecten van drukfactoren voor bepaalde soorten. Dit is zeker de moeite waard om voor belangrijke doelsoorten in de Oosterschelde verder uit te zoeken, maar valt buiten de scope van dit rapport.

6.3.2 Overige soorten

Kwallen

De oorzaak voor de wereldwijde stijging in kwallen ligt waarschijnlijk niet in één factor, maar is een combinatie van eutrofiering, overbevissing, verhoogde zeewatertemperatuur, habitat verandering, aquacultuur en verandering in saliniteit (Brotz L 2012).

Zeekat

Elk voorjaar komen de zeekatten naar de Oosterschelde om er in mei en juni te paren en eieren af te zetten. Na het afzetten van de eitjes, vertrekken de mannetjes. De vrouwtjes blijven achter en overlijden. Na ongeveer acht weken komen de eitjes uit. Na enige tijd vertrekken de jongen naar de Noordzee. Het paringsritueel trekt altijd grote aantallen duikers. Hoewel nog niet duidelijk in de MOO trend, wordt er sinds 2015 melding gemaakt van een afname. Op het moment dat zeekatten gaan paaien begint het kreeftenseizoen en worden veel fuiken langs de hele kustlijn van de Oosterschelde ingezet. Zeekatten vinden fuiken interessant om eitjes op af te zetten maar kunnen er ook in belanden en gaan dan dood en/of worden meegenomen (melding Nederlandse Onderwatersport Bond). Er is ook een intensieve visserij op zeekat voor de Belgische kust en in de Voordelta (in 2021 800 ton en in 2022 1400 ton, <https://www.visserijnieuws.nl/nieuws/algemeen/39555/omzet-vlaamse-visveiling-weer-sterk-gestegen>). Zeekatten die hier al weggevangen worden voor ze de Oosterschelde bereikt hebben zullen zich niet meer kunnen voortplanten.

Kreeft

Na 1900 steeg het aantal kreeften in de Oosterschelde snel. De leefomstandigheden in de Oosterschelde werden steeds beter voor de kreeft. Aan het eind van de 19^e eeuw nam het areaal hard substraat in de Zeeuwse delta namelijk toe door het toenemend gebruik van stenen bij het aanleggen en het versterken van dijken. Van nature leven kreeften in een rotsachtige omgeving met holen om te schuilen en de toename van hard substraat heeft zeer waarschijnlijk bijgedragen aan de definitieve vestiging van een kreeftenpopulatie in de Zeeuwse delta (Havinga 1921). Met de toename van Japanse oesterriffen is het aanbod aan hard substraat als habitat voor vroege benthische levensfasen, in de laatste decennia verder toegenomen (van Stralen & Smeur 2008). Kreeften zijn gevoelig voor strenge winters, zoals bleek uit de instorting van de populatie in de winter van 1962/1963. Lokale visserijdruk is geopperd als factor voor de waargenomen daling in dichtheden in sommige jaren (van Stralen & Smeur 2008). Recentelijk is het project LobSTAR afgerond waarbij onderzoek is gedaan naar de populatie-ontwikkeling van kreeften door middel van vangstregistratie en merken van kreeften. Met de CatchCam, een systeem voor gedetailleerde vangstgegevens verzameling worden visserij-afhankelijke tijdsreeksen (lengte en geslacht) verzameld (<https://www.visserijnieuws.nl/nieuws/algemeen/39873/wageningen-marine-research-regiocentrum-yersekeresultaten-mer>). Afgelopen jaar lag de focus op de gegevensverzameling voor het trainen van het algoritme dat op de catchcam draait (m/f en lengte). Omdat er nog te weinig gegevens verzameld zijn kan er nog geen uitsluitsel gegeven worden over de bestandsgrootte en het effect van visserij. Het verdient aanbeveling dergelijk onderzoek voort te zetten.

Epibenthos

Trends voor epibenthossoorten laten verschillende patronen zien tussen de DFS en MOO. Vermoedelijk wordt dat veroorzaakt doordat verschillende delen van het systeem bemonsterd worden (geulen in DFS versus hard substraat langs de randen in MOO). De sterke trends van epibenthossoorten in de

DFS zijn vergelijkbaar in Ooster- en Westerschelde. In tegenstelling tot andere DFS gebieden laat garnaal hier een duidelijk negatieve trend zien (Tulp *et al.* 2012). De (timing van de start van de) afname zou mogelijk kunnen wijzen op de aanleg van de Oosterscheldekering, maar eenzelfde afname zien we ook in de Westerschelde. Het tegenovergestelde patroon zien we in de gewone strandkrab. Over de oorzaken van deze ontwikkelingen is weinig bekend.

Conclusie

Concluderend kunnen we vaststellen dat de totale visbiomassa sterk is afgenomen en in de Oosterschelde sterker dan in de Westerschelde. Dat laatste geldt ook voor sommige soorten, maar de trendrichting is voor de meeste soorten gelijk tussen de Oosterschelde en Westerschelde, wat duidt op oorzaken buiten de delta en/of op generieke oorzaken binnen beide systemen (die eventueel wel sterker doorwerken in de Oosterschelde dan in de Westerschelde).

Duiden van oorzaken voor waargenomen trends is niet mogelijk op basis van aantalsontwikkelingen alleen. Een keer per jaar meten hoeveel van een soort er aanwezig is geeft geen inzicht in de reden van een verandering. Om dat te weten te komen is aanvullend onderzoek nodig waarbij je probeert om het effect van verschillende oorzaken (het mechanisme) te isoleren in experimentele of modelstudies. De meest voor de hand liggende oorzaken voor waargenomen trends in de Oosterschelde zijn veranderingen in: abiotiek (temperatuur, saliniteit), connectiviteit, voedsel, sterfte door visserij (vangst of bijvangst) of predatie, beschikbaarheid van habitat, ander menselijk gebruik (staalslakken, schelpdierkweek) of een combinatie van een of meerdere van deze factoren. Naar de effecten van de meeste van deze mogelijke oorzaken op de mobiele fauna is weinig specifiek onderzoek gedaan en al helemaal niet in de Oosterschelde. Van de mogelijk genoemde oorzaken is er het meeste bekend over effecten van temperatuur.

Bij de vissoorten zien we meer negatieve trends in soorten met een noordelijke verspreiding dan bij soorten met een zuidelijke verspreiding. De oplopende gemiddelde temperatuur lijkt een belangrijke factor in de achteruitgang van veel soorten en met name sinds de temperatuursprong in 2014 zien we een sterk effect voor met name tong, harnasmannetje, puitaal, vijfdradige meun, zeedonderpad. Het feit dat dit effect het sterkste lijkt in de Kom (met de minste verversing) onderstreept dit effect. Een scenario waarbij vis na een hittegolf in de zomer koeler water opzoekt buiten de Oosterschelde en vervolgens niet meer terugkeert later in het jaar, is goed denkbaar. Dat zou de lagere aantallen tijdens de DFS in september kunnen verklaren.

Over de andere genoemde mogelijke oorzaken voor negatieve trends kunnen we geen uitsluitsel geven omdat het niet onderzocht is.

Er zijn ook een aantal soorten die duidelijke toenames laten zien: pijlstaartrog, botervis, koornaarvissen, zeebaars, zeenaalden, haring en smelt. Mogelijke redenen hiervoor zijn waarschijnlijk verschillend variërend van hogere temperaturen (zeebaars), voedsel (pelagische soorten), tot populatieveranderingen op de Noordzee (pijlstaartrog).

6.4 Aanbevelingen in het kader van een onderwaterreservaat Oosterschelde

De aanleiding van deze studie was dat het Nationaal Park Oosterschelde (NPO) de mogelijkheden voor een onderwaterreservaat in de Oosterschelde wil verkennen.

Zoals in de inleiding al is aangegeven, is het belangrijk daarbij het doel voor ogen te houden. Het doel kan zijn om lokaal, op een of meerdere plaatsen binnen de Oosterschelde, de onderwaternatuur te versterken zonder dat de hele populatie toeneemt of het doel kan gericht zijn op verbeteringen op populatieniveau. Hierbij is ook belangrijk om de referentiesituatie te definiëren, juist omdat de Oosterschelde van oorsprong een open estuarium met grotendeels zacht zandig sediment was en nu een gebied met veel meer hard substraat.

De Oosterschelde is door menselijke ingrepen sterk veranderd en wordt intensief gebruikt voor menselijke activiteiten, waarvan de visserij activiteiten met name tussen maart en oktober, het groeiseizoen, plaatsvinden (Schotanus *et al.* 2022). Tegelijkertijd is de Oosterschelde aangewezen als N2000 gebied met de bijbehorende verplichtingen. Alle vergunde activiteiten zijn getoetst op effecten, maar de cumulatieve effecten van al deze activiteiten zijn doorgaans niet goed in kaart gebracht (Schotanus *et al.* 2022). Daarmee zijn de effecten van de optelsom van al deze activiteiten niet goed in beeld.

Uit de verkenning van de ontwikkelingen van de mobiele fauna komen een aantal voor de hand liggende oorzaken voor de achteruitgang die vooral te maken hebben met de deltawerken. Klimaatverandering lijkt de effecten van de afsluitingen van zowel zoet water als de verminderde uitwisseling met open zee en vermindering van doorspoeling te versterken. De Oosterschelde zou het meest gebaat zijn bij herstel van de natuurlijke dynamiek. Op basis van de beschikbare kennis kunnen we een aantal verbetermogelijkheden voorstellen:

1. Binnen de randvoorwaarden van het waarborgen van de veiligheid zou waar mogelijk naar herstel van dynamiek gezocht moeten worden, zowel qua doorstroming vanuit de rivieren als vanaf de Noordzee, omdat dat waarschijnlijk de belangrijkste belemmerende factor is.
2. Geleidelijke water/land overgangen kunnen voordelen opleveren voor veel soorten: ondiepe zones waarbij uitwisseling tussen zoet en zout mogelijk zijn vergroten migratiemogelijkheden, opgroei en schuilmogelijkheden.
3. Het Krammer-Volkerrak wordt nu doorgespoeld waarbij het water richting Westerschelde wordt gesluisd. Inlaten van dit water in de Oosterschelde zou zorgen voor meer verversing en aanvoer van nutriënten vanuit de rivieren (Kamermaans *et al.* 2013).
4. Strengere controle op illegale vangst en aanlanding van soorten als haaien en roggen.
5. Om de visserijdruk te verminderen zijn seizoens- of gebiedssluitingen mogelijke routes. Let wel: er is geen specifiek onderzoek verricht naar de effecten van de verschillende visserijen, hiertoe ontbreken de benodigde vangst- en inspanningsregistraties.
6. Op initiatief van vrijwilligers wordt nu in de paaitijd van zeekeet alternatief paaisubstraat aangeboden in de vorm van 'tentjes' van wilgentenen takken, zodat de kans op bijvangst in kreeftenfuiken vermindert. Dit initiatief zou structureel gesteund en gefaciliteerd kunnen worden door de gebiedsbeheerder. Om bijvangst in fuiken te voorkomen kan ook gedacht worden over een seizoens- of gebiedssluiting voor de kreeftenfuikevisserij. Gezien de overlap van het zeekeetpaaiseizoen met het kreeftenseizoen is dat wellicht lastig uitvoerbaar.
7. Zeekatten komen naar de Oosterschelde om zich voort te planten. Vrouwtjes sterven na de paai en mannetjes leven ook maar enkele jaren. Dat betekent dat visserij op zeekeet op de Noordzee vrijwel automatisch dieren betreft die zich nog niet hebben kunnen voortplanten. Het is goed mogelijk dat de achteruitgang van zeekeet verband houdt met de visserij op zeekeet op de Noordzee. Beperkingen van deze visserij zou dus positief kunnen doorwerken op de paai populatie in de Oosterschelde.
8. De jonge zeekeeten graven zich in in zandige stukjes. Rijkswaterstaat versterkt onder meer nabij de Zeelandbrug de vooroeverdediging en gebruikt hiervoor staalslakken, een restproduct van de hoogovens. Los van mogelijke verontreiniging beïnvloedt dit ook het opgroeigebied van jonge zeekeeten. De dieren die bedolven raken, sterven. RWS brengt op nu veel stukken een laag breuksteen aan op de slakken, waardoor slib ingevangen wordt, dat wel weer als opgroeigebied kan dienen. Veiligstellen van opgroeigebied voor de jonge zeekeeten zou gestimuleerd moeten worden.
10. Gezien het oppervlak hardsubstraat in de vorm van schelpdierbanken en percelen en dijken lijkt hardsubstraat nu geen beperkende factor, dus uitbreiding hiervan zal geen knelpunt oplossen.

Als laatste: om draagkracht te vinden voor verbeteringen in de Oosterschelde werkt het waarschijnlijk beter om over verbetermaatregelen te spreken dan van een onderwaterreservaat.

6.5 Aanbevelingen onderzoek

6.5.1 Effecten menselijk gebruik

De effecten van menselijk gebruik in de Oosterschelde zijn niet goed onderzocht. Feit is wel dat er veel verschillende activiteiten plaatsvinden en met name in het groeiseizoen van veel dieren (Schotanus *et al.* 2022). Om een goed inzicht te krijgen in de ecologische effecten van visserij is het van belang om een duidelijk beeld te krijgen van bestandschattingen, de populatiedynamiek en de visserij-inspanning. De meeste vissers zijn verplicht om voor vergunde visserijactiviteiten een logboek bij te houden. Toch blijken data vaak onvolledig omdat logboeken onjuist of onvolledig worden ingevuld maar ook doordat niet alle data beschikbaar komen voor onderzoeksdoeleinden (Schotanus *et al.* 2022). Momenteel wordt gewerkt aan het verbeteren van deze gegevensstroom. Hierbij hoort ook het werken aan verbetering van nalevingsbereidheid van wet – en regelgeving in de sector om overbevissing te voorkomen en een betere handhaving om schade te beperken (<https://www.nvwa.nl/onderwerpen/visketen-in-beeld/rapport-visketen-in-beeld>). Met name voor langlevende soorten zoals harder en zeebaars is het van belang de jaarlijkse onttrekking in kaart te brengen omdat deze soorten extra gevoelig zijn voor overbevissing.

Wat betreft de kreeftvisserij is er in het kader van het project LobSTAR een start gemaakt met het verzamelen van gegevens aan boord met behulp van een camera registratiesysteem. Daarnaast zijn merkproeven gedaan om de groei en terugvangstkans van de kreeften te meten. Omdat er nog te weinig gegevens verzameld zijn kan er nog geen uitsluitend gegeven worden over de bestandsgrootte en het effect van visserij daarop. Het verdient aanbeveling dit onderzoek voort te zetten, maar daarvoor is aanvullende financiering nodig. Ook voor andere soorten zou deze aanpak goed kunnen werken.

Een inschatting van de cumulatieve effecten van alle visserij activiteit is heel lastig omdat een gemeenschappelijke eenheid ontbreekt. Dat is ook de reden waarom het in Passende Beoordelingen onbevredigend is uitgewerkt (Schotanus *et al.* 2022). Om een goede inschatting te kunnen maken van cumulatieve effecten is een cumulatieve-overzicht of een soort effectenboekhouding van alle vergunde activiteiten nodig.

6.5.2 Voedselweb Oosterschelde

Over het functioneren van het voedselweb in het systeem is ook nog veel onbekend. Daarvoor is het nodig om dieetstudies uit te voeren en prooi-predatorrelaties in kaart te brengen. De rol van toppredatoren zoals zehonden in het voedselweb kan geanalyseerd worden, maar dat vergt een complexe studie met veel verschillende databronnen (Aarts *et al.* 2019).

6.5.3 Gebiedsgebruik migrerende vissoorten

Om factoren binnen en buiten de Oosterschelde mee te nemen in de duiding van de gepresenteerde trends en ontwikkelingen, is goed inzicht in de soortspecifieke bewegingspatronen en variatie daarin binnen een soort nodig. Een logische manier om dit te doen is door middel van studies waarbij individuen door de tijd en ruimte gevolgd worden, zoals bijvoorbeeld het genoemde merkprogramma voor haaien en roggen. Nog gedetailleerdere informatie over het gebruik van bijvoorbeeld specifieke habitats zoals schelpdier-banken of -percelen kan verkregen worden door tracking studies waarbij (grotere) vissen (haaien, roggen, zeebaars, harder, fint, zeeforel) van een zender voorzien worden die door een akoestisch netwerk gedetecteerd kunnen worden. Naburige netwerken liggen al in de Haringvlietmonding, in de Westerschelde en worden binnenkort ook aangelegd in de havens van Rotterdam en IJmuiden. Uitbreiding naar de Oosterschelde zou die netwerken mooi aan elkaar verbinden. Dit soort informatie is nodig om te kunnen bepalen welke andere gebieden in welke mate van belang zijn voor populaties die de Zeeuwse Delta gebruiken, alsmede de effecten van drukfactoren voor bepaalde soorten. Dit is zeker de moeite waard om voor belangrijke doelsoorten in de Oosterschelde verder uit te zoeken.

7 Dankwoord

De gegevens van MijnVismaat zijn beschikbaar gesteld door Remko Verspui en Jan Kamman van Sportvisserij Nederland.

8 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV.

Literatuur

- Aarts, G., S. M. J. M. Brasseur, J. J. Poos, J. Schop, R. Kirkwood, T. van Kooten, E. Mull, P. J. H. Reijnders, A. D. Rijnsdorp en I. Tulp (2019). Top-down pressure on a coastal ecosystem by harbor seals. *Ecosphere* 10.
- Brasseur, S., G. Aarts en J. schop (2022). Measurements of effects of piledriving in the Borssele Windfarm zone on the seals in the delta area. Wageningen University and research report C055/22, rapport.
- Brasseur, S. M. J. M. (2017). Seals in motion : how movements drive population development of harbour seals and grey seals in the North Sea. , Wageningen University <https://doi.org/10.18174/418009>.
- Brevé, N. W. P., H. V. Winter, H. M. J. Van Overzee, E. D. Farrell en P. A. Walker (2016). Seasonal migration of the starry smooth-hound shark *Mustelus asterias* as revealed from tag-recapture data of an angler-led tagging programme. *Journal of Fish Biology* 89(2): 1158-1177.
- Brotz L, C. W., Kleisner K, et al (2012) (2012). Increasing jellyfish populations: Trends in Large Marine Ecosystems. *Hydrobiologia* 690: 3-20.
- Calle, P., L. Calle, J. Kranenbarg, J. A. van der Velden, A. J. M. Meijer, I. de Boois, M. Dubbeldam en C. Jacobusse (2020). Vissen in Zeeland. *Fauna Zeelandica IX*.
- Catchpole, T. L., A. S. Revill, J. Innes en S. Pascoe (2008). Evaluating the efficacy of technical measures: a case study of selection device legislation in the UK Crangon crangon (brown shrimp) fishery. *Ices Journal of Marine Science* 65(2): 267-275.
- Craeymeersch, J. A. en T. Ysebaert (2021). Ontwikkeling van prooidieren voor steltlopers van slikken en platen in de Oosterschelde (1990-2019). Yerseke, Wageningen Marine Research.
- de Mesel, I., C. Smit, J. Craeymeersch en J. W. M. Wijsman (2009). Evaluatie effectiviteit gesloten gebieden in de Oosterschelde, Westerschelde en Voordelta. IMARES rapport C015/09.
- Eijsackers, H. J. P., B. D. H. K. Eriksson, T. van der Heide, P. M. J. Herman, J. Van der Meer, H. Polet en I. Tulp (2023). Beoordeling van ecologische effecten van garnalenvisserij op bodem en biota. Wageningen Marine Research & Waddenacademie. Rapport nummer:C056/23, rapport.
- Elliott, M. en K. Hemingway (2002). *Fishes in estuaries*, Blackwell Science.
- Engelhard, G. H., J. R. Ellis, M. R. Payne, R. ter Hofstede en J. K. Pinnegar (2011). Ecotypes as a concept for exploring responses to climate change in fish assemblages. *Ices Journal of Marine Science* 68(3): 580-591.
- Havinga, B. (1921). Rapport over de kreeftenvisscherij in Zeeland en de kunstamige kreeftenteelt. In Mededeelingen en verslagen van de Visscherijinspectie. Mededeelingen en Verslagen van de Visscherijinspectie., rapport.
- Hoekstein, M. S. J., W. Janse, M. Sluijter en K. D. van Straalen (2023). Watervogels en zeehonden in de Zoute Delta in 2021/2022. Deltamilieu Projecten: 2023-01. Rijkswaterstaat Centrale Informatievoorziening: BM 23.02, rapport.
- ICES (2022a). Sea bass (*Dicentrarchus labrax*) in divisions 4.b-c, 7.a, and 7.d-h (central and southern North Sea, Irish Sea, English Channel, Bristol Channel, and Celtic Sea), rapport.
- ICES. (2022b). "Greater North Sea ecoregion – fisheries overview. https://ices-library.figshare.com/articles/report/Greater_North_Sea_ecoregion_fisheries_overview/21641360?file=38379173."
- Jiang, L., T. Gerkema, J. W. M. Wijsman en K. Soetaert (2019). Comparing physical and biological impacts on seston renewal in a tidal bay with extensive shellfish culture. *Journal of Marine Systems* 194: 102-110.
- Kamermans, P., H. V. Winter en T. Schellekens (2013). Onderzoek naar vismigratie en voedsel voor schelpdieren in Green Deal Biodiversiteit Oosterschelde Institution: Wageningen IMARES 2013 Report Number: C022/13 Yerseke, rapport.
- Pörtner, H. O., B. Berdal, R. Blust, O. Brix, A. Colosimo, B. De Wachter, A. Giuliani, T. Johansen, T. Fischer, R. Knust, G. Lannig, G. Naevdal, A. Nedenes, G. Nyhammer, F. J. Sartoris, I. Serendero, P. Sirabella, S. Thorkildsen en M. Zakhartsev (2001). Climate induced temperature effects on growth performance, fecundity and recruitment in marine fish: developing a hypothesis for cause and effect relationships in Atlantic cod (*Gadus morhua*) and common eelpout (*Zoarces viviparus*). *Continental Shelf Research* 21(18-19): 1975-1997.
- Schotanus, J., X. Verschuur, I. Tulp en M. Tangelder (2022). Visserij en ecologische effecten in de Zuidwestelijke Deltawateren : Een quickscan naar verschillende vormen van visserij en schelpdierweek in de Zuidwestelijke delta en de bestaande kennis over ecologische effecten. Wageningen Marine Research, rapport. Yerseke.
- Stark, R. (2023). The function of the Eastern Scheldt as spawning ground for the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*). MSC rapport Wageningen University and Research, rapport.
- Teal, L. R., R. van Hal, T. van Kooten, P. Ruardij en A. D. Rijnsdorp (2012). Bio-energetics underpins the spatial response of North Sea plaice (*Pleuronectes platessa* L.) and sole (*Solea solea* L.) to climate change. *Global Change Biology* 18(11): 3291-3305.

- Tulp, I., L. J. Bolle, E. Meesters en P. De Vries (2012). Brown shrimp abundance in northwest European coastal waters from 1970 to 2010 and potential causes for contrasting trends. *Marine Ecology Progress Series* 458: 141-154.
- Tulp, I., C. Chen, A. Danhardt, H. Haslob, N. Jepsen, A. van Leeuwen, S. S. H. Poiesz, J. Scholle, J. Vrooman, R. Vorberg en P. Walker (2022). Quality Status Report. Chapter Fish. <https://qsr.waddensea-worldheritage.org/reports/fish>, rapport.
- van de Wolfshaar, K. E., I. Tulp, H. Wennhage en J. G. Stottrup (2015). Modelling population effects of juvenile offshore fish displacement towards adult habitat. *Marine Ecology Progress Series* 540: 193-201.
- van der Hammen, T., J. Steenbergen en B. van der Weide (2015). Deelrapport 1: bijvangst. In: Glorius et al. Effecten van garnalenvisserij in Natura 2000 gebieden. IMARES-rapport Rapport C013/15.
- van der Loos, L. M. G. M., A.W. (2019). Het Duiken Gebruiken 4. Gegevensanalyse van het Monitoringproject Onderwater Oever (MOO). Fauna-onderzoek met sportduikers in Oosterschelde en Grevelingenmeer. Periode 1994 t/m 2018. Stichting Anemoon, rapport.
- van der Veer, H. W., I. Tulp, J. I. J. Witte, S. S. H. Poiesz en L. J. Bolle (2022). Changes in functioning of the largest coastal North Sea flatfish nursery, the Wadden Sea, over the past half century. *Marine Ecology Progress Series* 693: 183-201.
- van Stralen, M. en R. D. Dijkema (1994). Mussel culture in a changing environment: the effects of a coastal engineering project on mussel culture (*Mytilus edulis* L.) in the Oosterschelde estuary (SW Netherlands). *Hydrobiologia* 282/283: 359-379.
- van Stralen, M. en E. W. M. Smeur (2008). Effecten van de sleepnetvisserij en visserij met vaste vistuigen op vogels, zeezoogdieren, migrerende vissoorten en kreeften: Deelstudie Kreeft. In Rapport. Bureau MarinX, rapport.
- Wijsman, J. W. M. en D. van den Ende (2015). Risicobeeld oestertransporten in relatie tot mariene invasieve exoten. Wageningen University & Research rapport C066/15, rapport.

Verantwoording

Rapport C095/23

Projectnummer: 4313100204

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het verantwoordelijk lid van het managementteam van Wageningen Marine Research

Akkoord: Dr. Ir. H.V. Winter
Onderzoeker

Handtekening:



Datum: 20 december 2023

Akkoord: Dr. Ir. T.P. Bult
Director

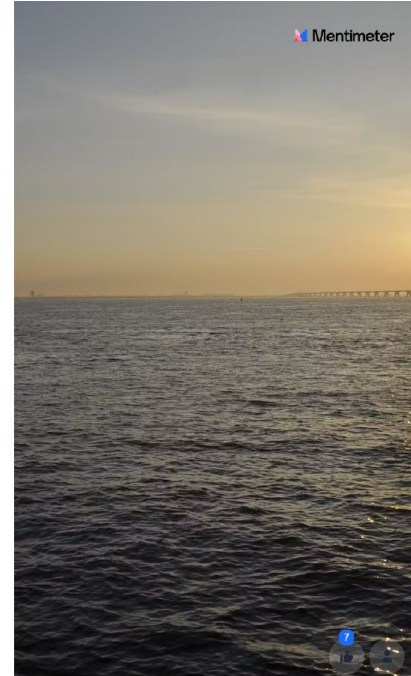
Handtekening:



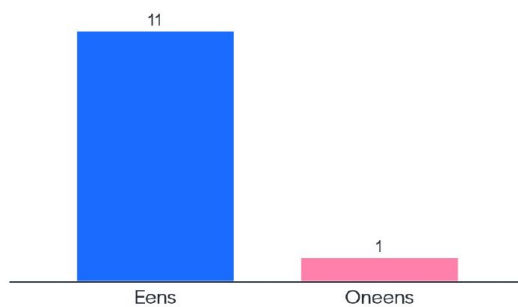
Datum: 20 december 2023

Bijlage 1. Resultaat Mentimeter startbijeenkomst

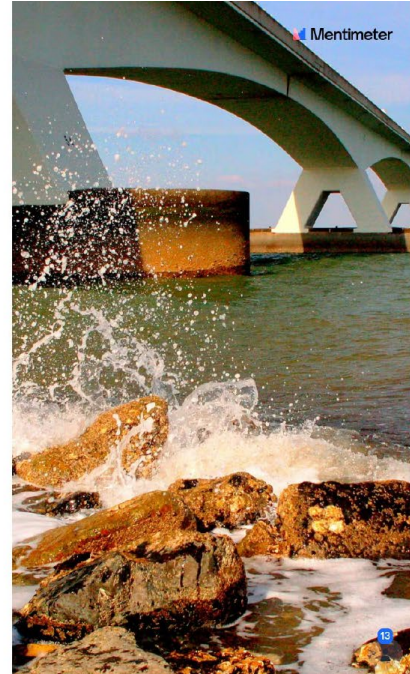
Interactieve sessie
Onderwaterreservaat Oosterschelde



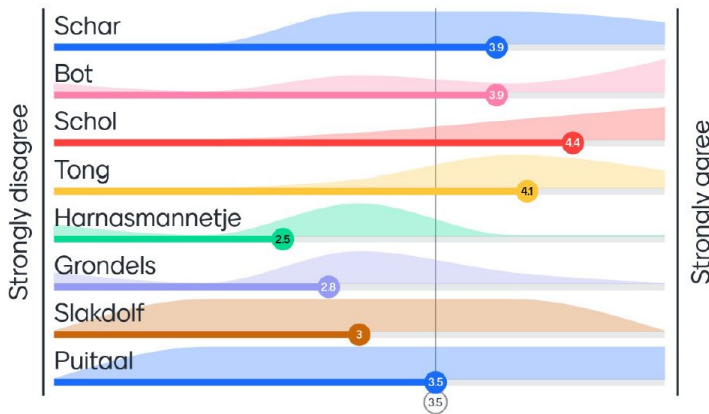
Het gaat niet goed met de
onderwaternatuur in de
Oosterschelde



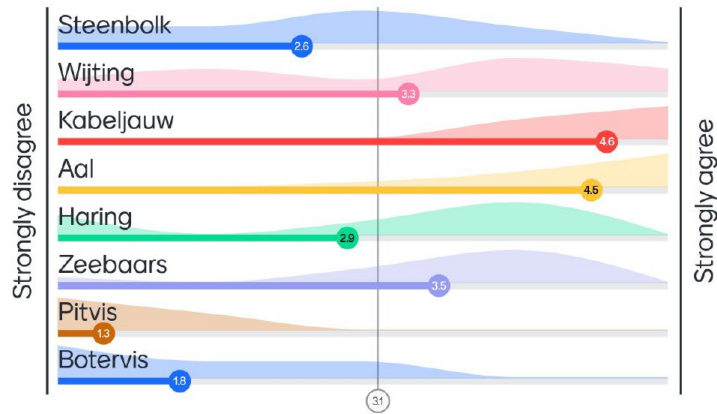
Wat zijn de 5 meest kenmerkende soorten voor de onderwaternatuur in de Oosterschelde



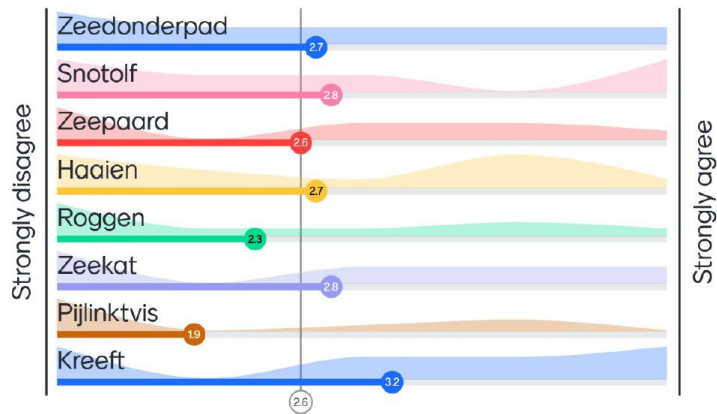
Het gaat niet goed met:



Het gaat niet goed met:



Het gaat niet goed met:



Het gaat ook niet goed met de volgende soorten (max 5):



Mentimeter

Ik zie de volgende bedreigingen voor de onderwaternatuur in de Oosterschelde:

28 Antswers

Mentimeter

Temperatuurstijging	Opwarming van de aarde	Temperatuur
Watertemperatuur	Verstoring door recreatie	Onderwatergeluid
Intensief gebruik	Staalslakken	Klimaatverandering

12

Ik zie de volgende bedreigingen voor de onderwaternatuur in de Oosterschelde:

28 Antwoorden

Exoten	Temperatuur water	Stroperij zeebaars
Sedimenthonger	Zandhonger	Staalslakken, opwarming water
Visserij	Zee water stijging	boomkorvisserij, exoten



Ik zie de volgende bedreigingen voor de onderwaternatuur in de Oosterschelde:

28 Antwoorden

Temperatuur	Kunstlicht	Teveel recreatie
Staalslakken	Verstoring door andere activiteiten	Connectiviteit
Barrières migratie	Staalslakken	Exoten



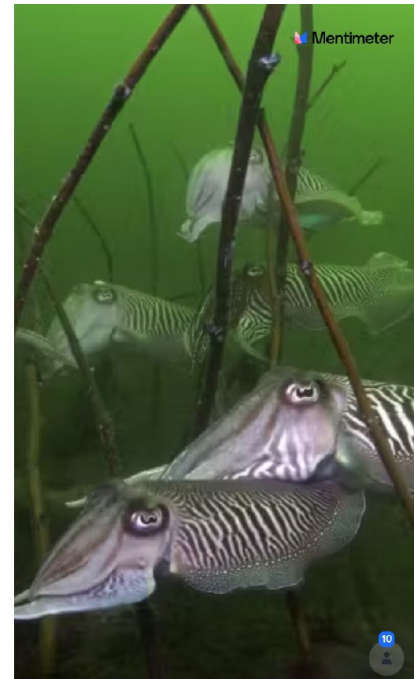
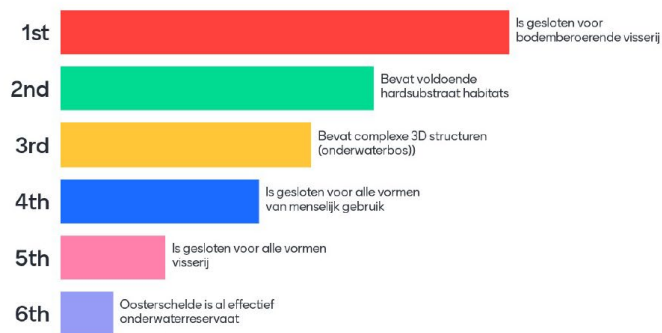
Ik zie de volgende bedreigingen voor de onderwaternatuur in de Oosterschelde:

28 Answers

Beperkt getij

12

Een effectief onderwaterreservaat in de Oosterschelde:



Een onderwaterreservaat kan ook zijn: 21 Answers

Een gebied waar het grote publiek kennis kan maken met de onderwaternatuur

Zachtere land water overgangen

Onderdeel van een netwerk van onderwaterreservaten

Het kan extra aandacht geven aan de problematiek en dus helpen bij bewustwording

Toegankelijk natuurgebied

Samenhang van habitats

Aansluiten bij projecten aan de vooroever (gebiedscoalitie kenniscommunity).

Kan nog meer recreatie geven

Verbeteren connectiviteit

Een onderwaterreservaat kan ook zijn: 21 Answers

Optimaal ingericht gebied voor ecologisch herstel

Zonweringen met meer en minder toegang en benutting

Meer boeien ipv ankeren

Met restauratieve aquacultuur visbestand herstellen

Meerdere habitats

Nursery gebied beschermen

PR instrument

Toeristisch ingestoken (duiken, snorkelen)

Verbinding met brakke achterland, estuaria herstel



Een onderwaterreservaat kan ook zijn: 21 Antwers

Kijk naar buitenlandse voorbeelden die goed werken

Predatie (bijvoorbeeld van zeepaardje) kan nadelig effect zijn van ow reservaat

Kraamkamerfunctie hoofdbelang

Dit wil ik nog kwijt: 10 Antwers

Eigenlijk weet ik heel erg weinig over waarom van slechte toestand van soorten.

Ik vind het lastig omgaan met de subjectiviteit van de vragen, weinig op data maar veel op gevoel.

Kies ook paar originele onbekendere voorbeeldsoorten als uithangbord voor oosterschelde reservaat

Bekijk ook wat de meerwaarde van een onderwaterreservaat in de Oosterschelde kan zijn in het grotere mariene ecosysteem

Een nationaal park als de Oosterschelde verdient een onderwater reservaat waar de menselijke invloed tot een minimum beperkt is

kraamkamerfunctie niet vergeten. Bodemberoerende visserij is klein in vergelijking schade en opbrengsten.

Oosterschelde kering is open vanwege Yerseke

Kraamkamerfunctie essentieel

Door de kennishiaten bestaat het risico dat alleen de gangbare/algemene soorten aandacht krijgen.

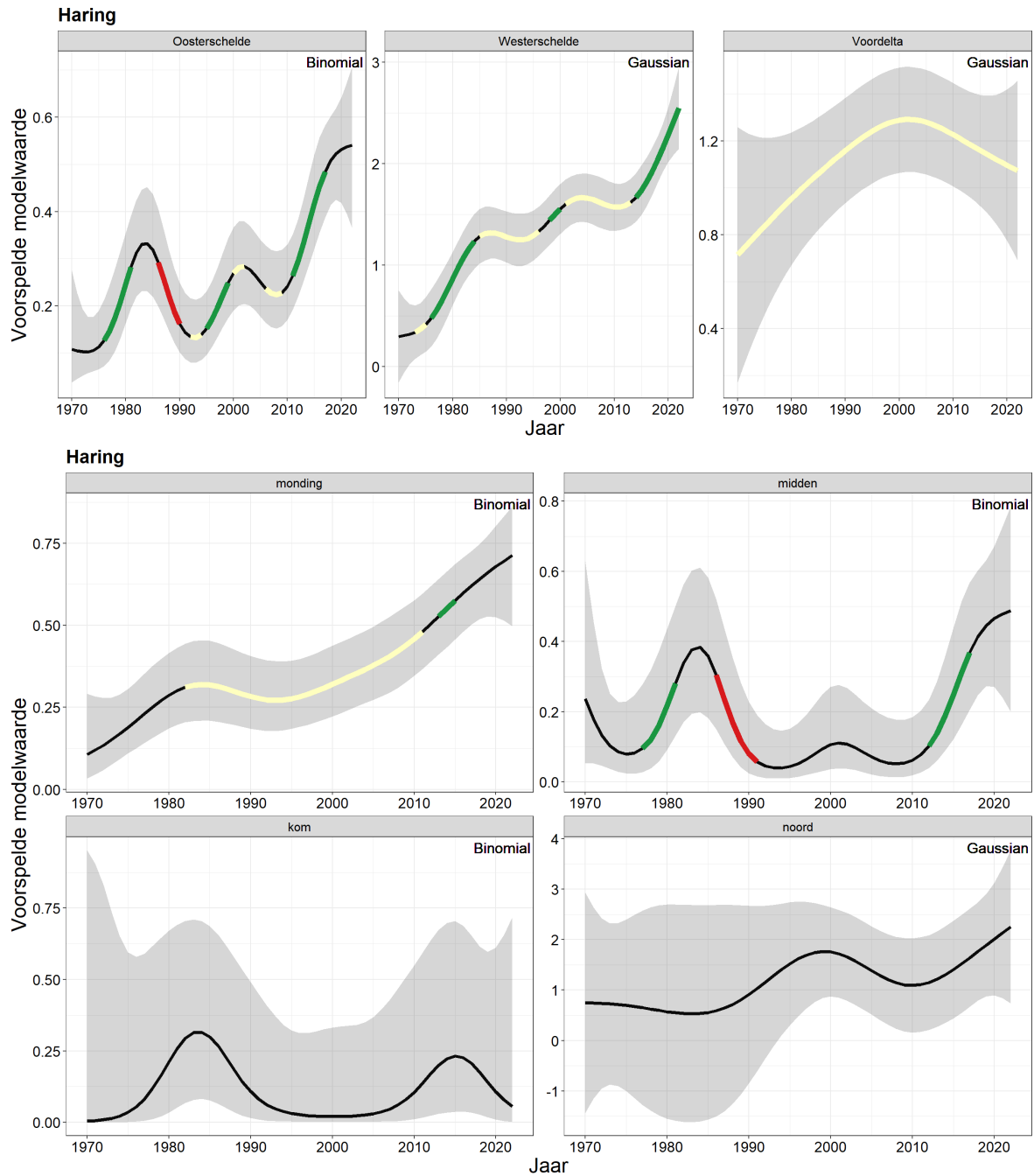
Dit wil ik nog kwijt: 10 Antwers

als bodemberoerende visserij een probleem is voor de bodemvissen, dan moet DFS kunnen aantonen dat het ontbreken van deze visserij een positief effect in het gesloten gebied "de noordtak"

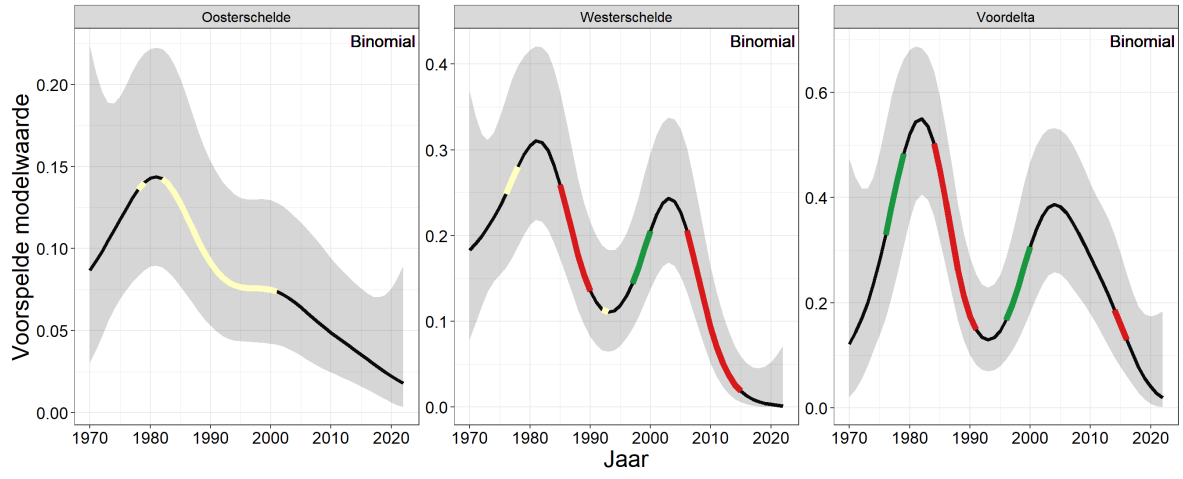


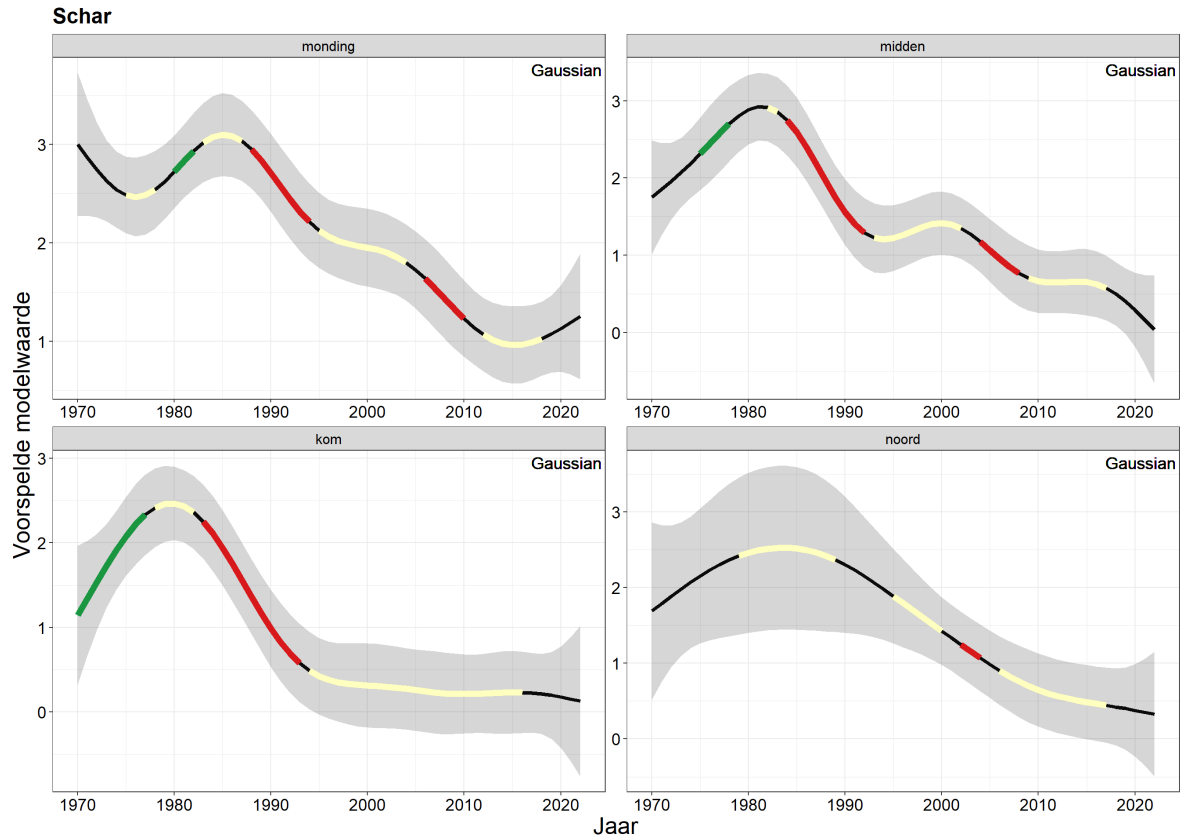
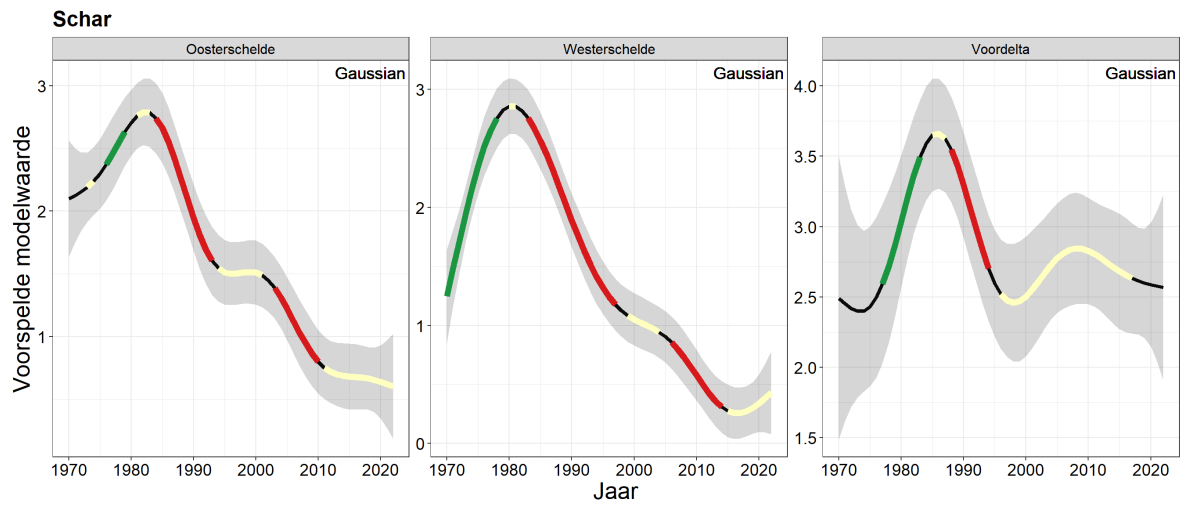
Bijlage 2. Trendanalyses DFS: kinderkamersoorten

Per soort wordt telkens de trend in de drie gebieden Oosterschelde/Westerschelde en Voordelta gegeven met daaronder de trend in de vier deelgebieden in de Oosterschelde. Zie voor indeling gebieden figuur 1. Op de y-as staat de voorspelde modelwaarde voor een model dat de dichtheden schat (4^e machtsworteltransformatie, Gaussian in rechter bovenhoek) of de kans op aanwezigheid (binomial in rechter bovenhoek).

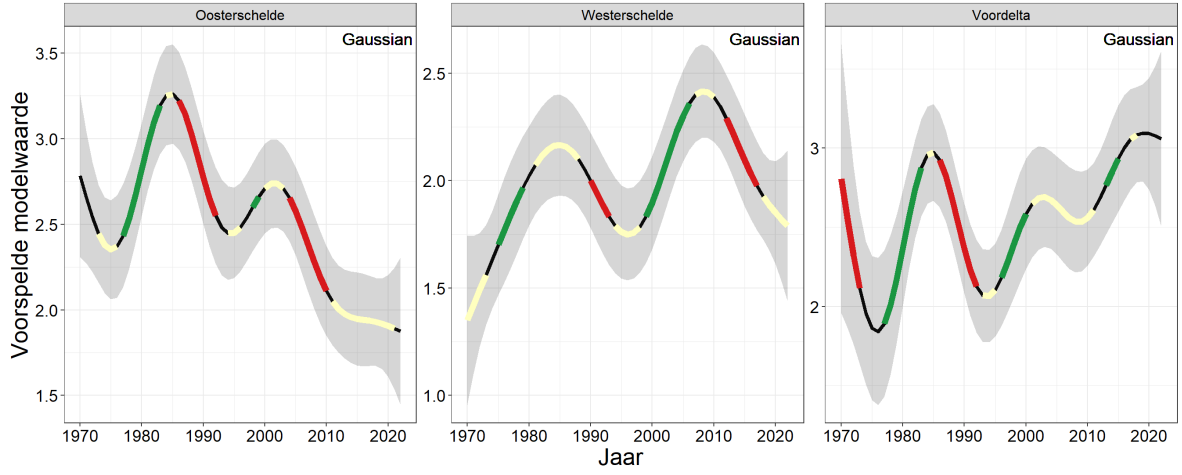


Kabeljauw

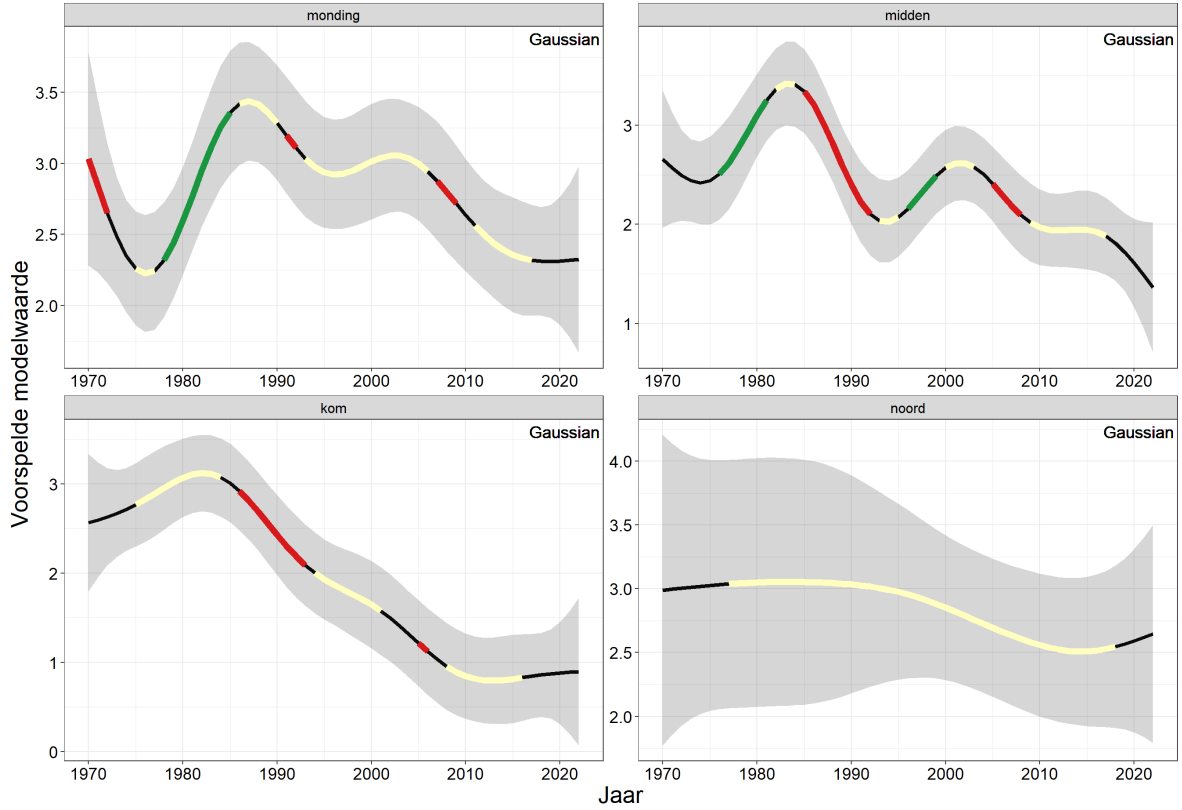


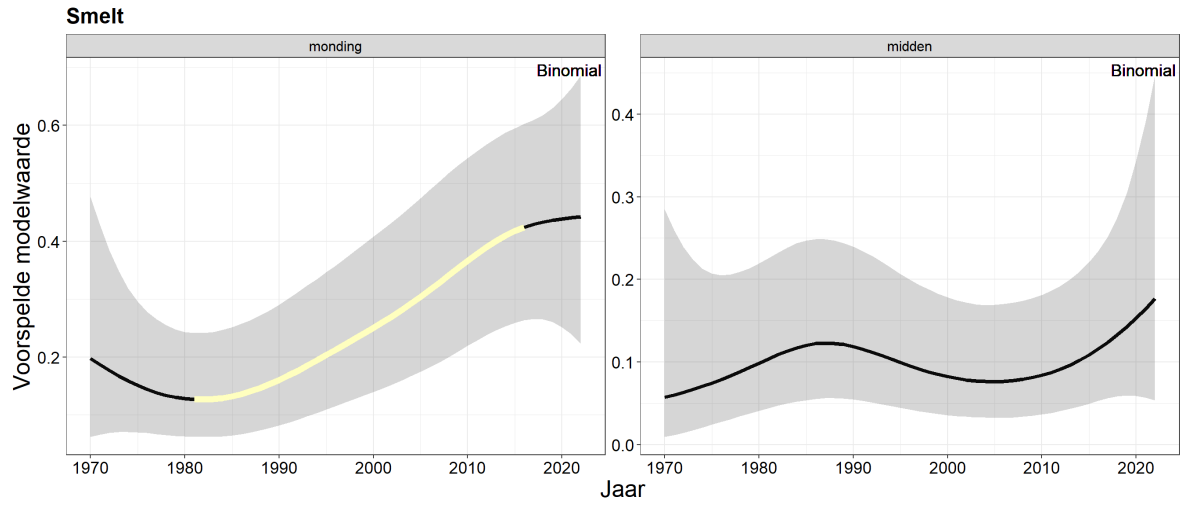
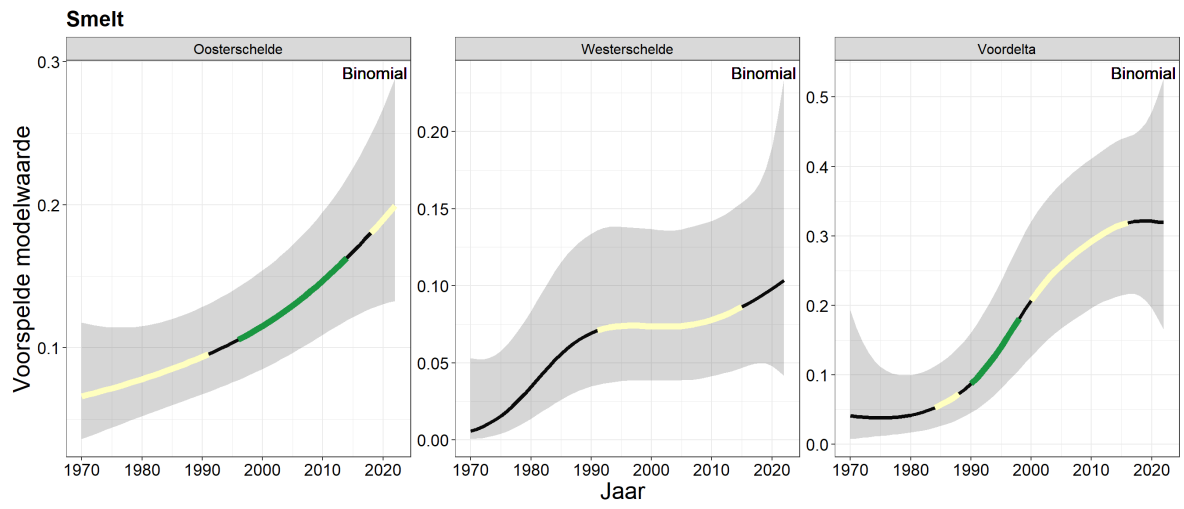


Schol

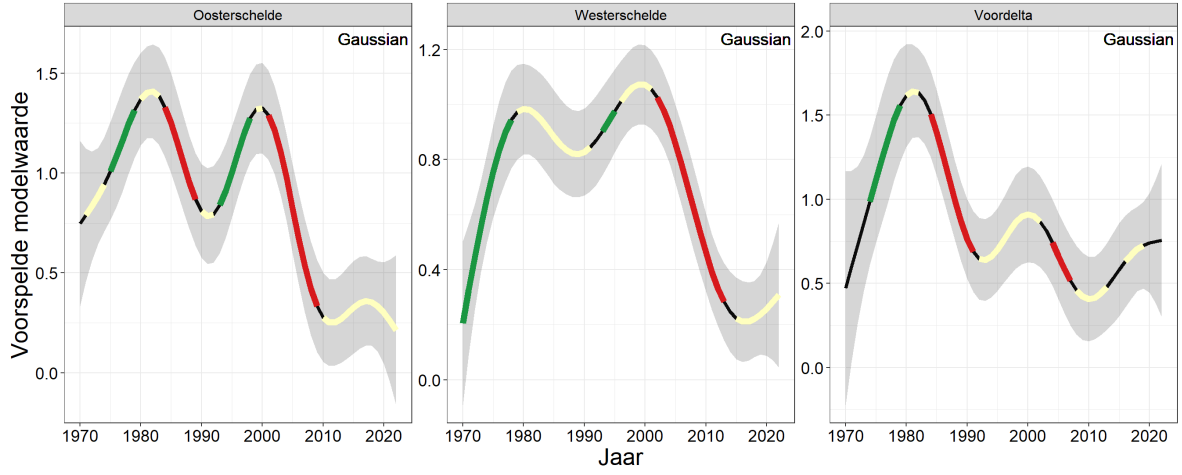


Schol

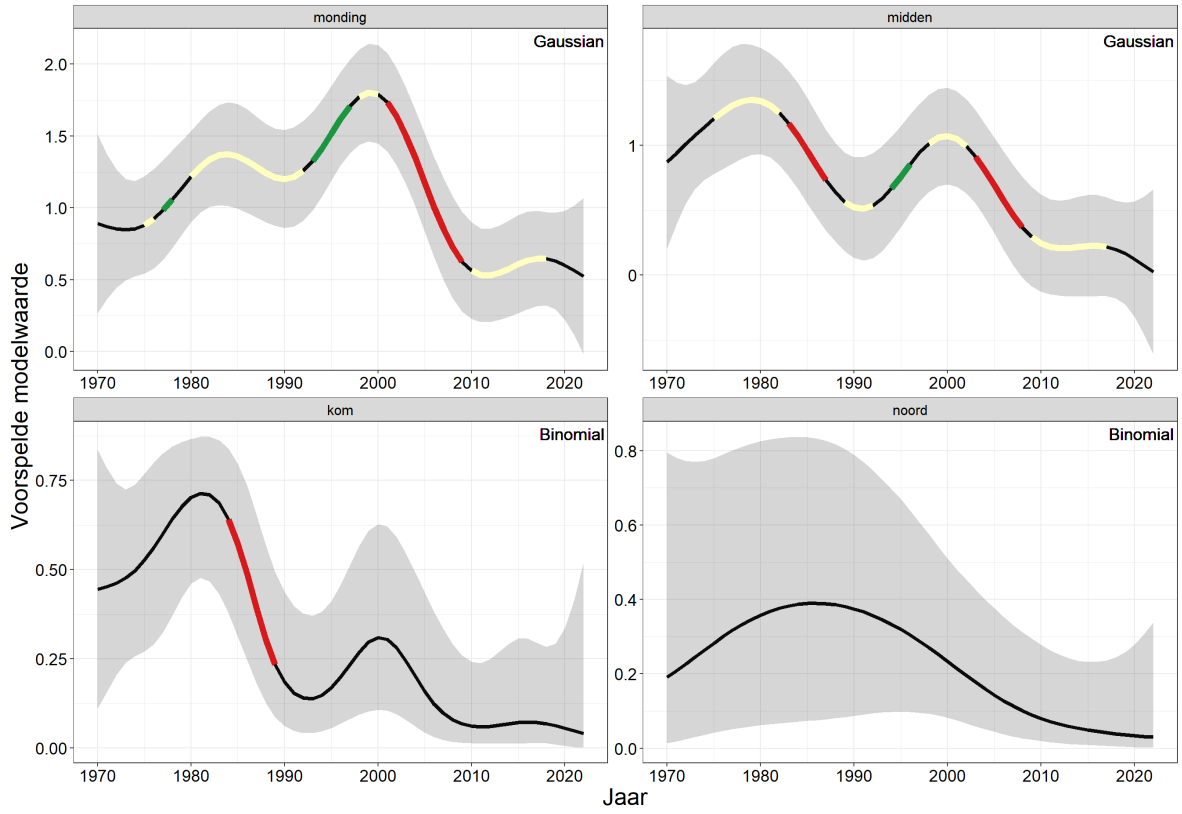


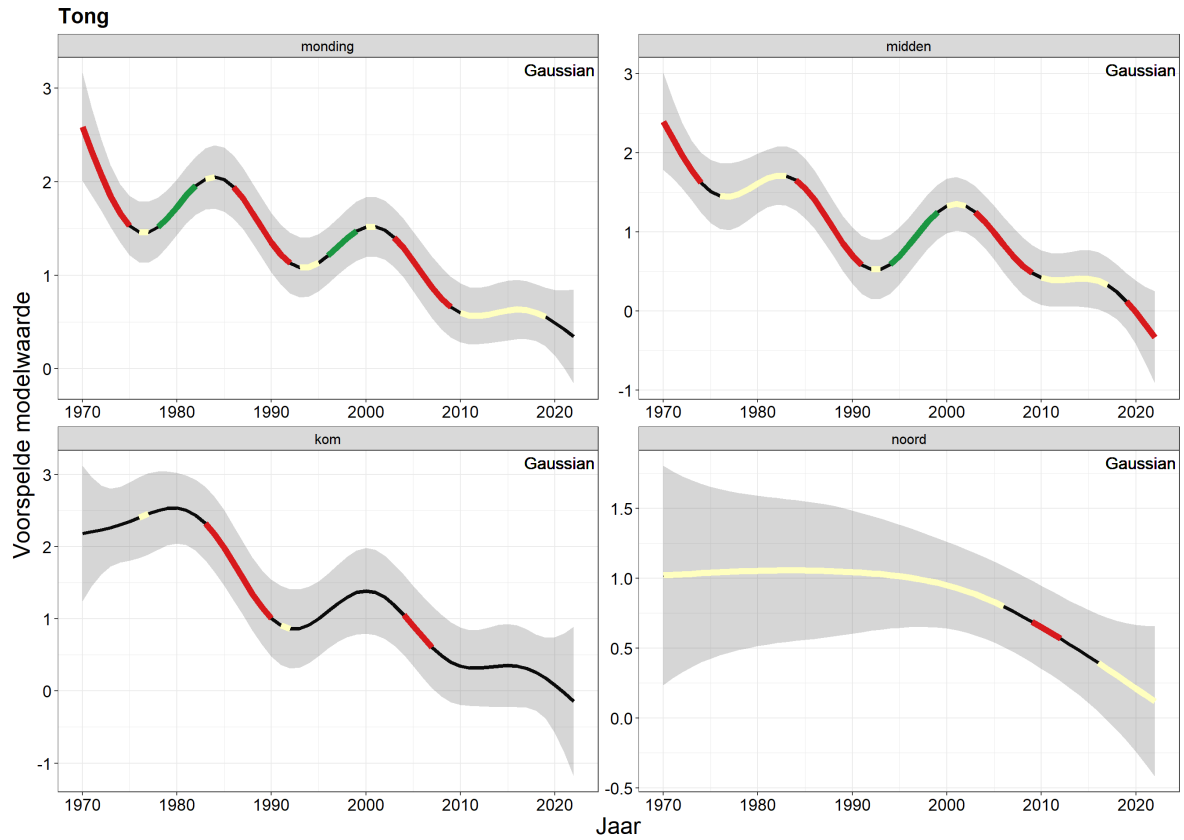
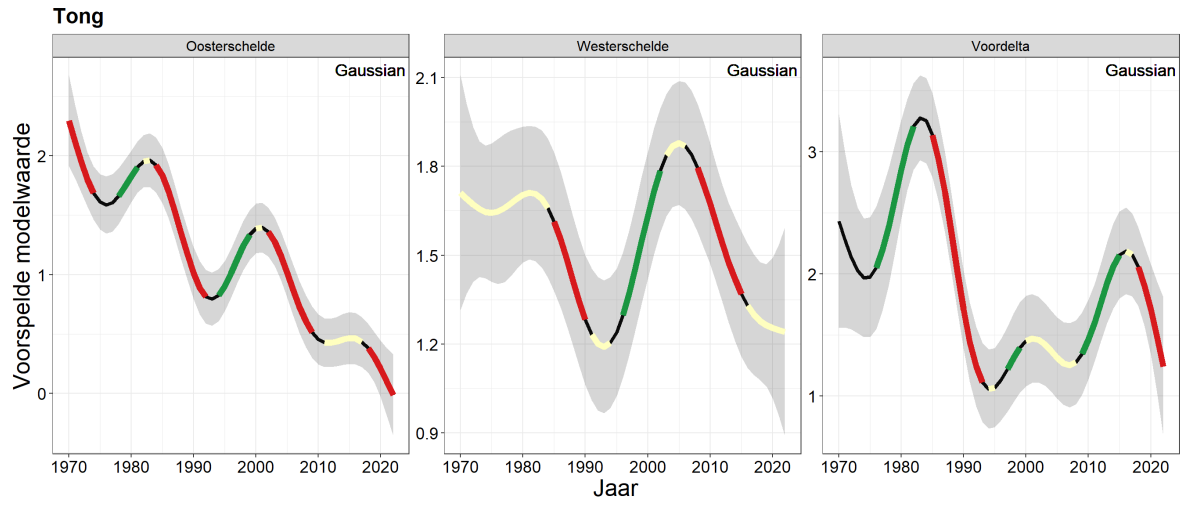


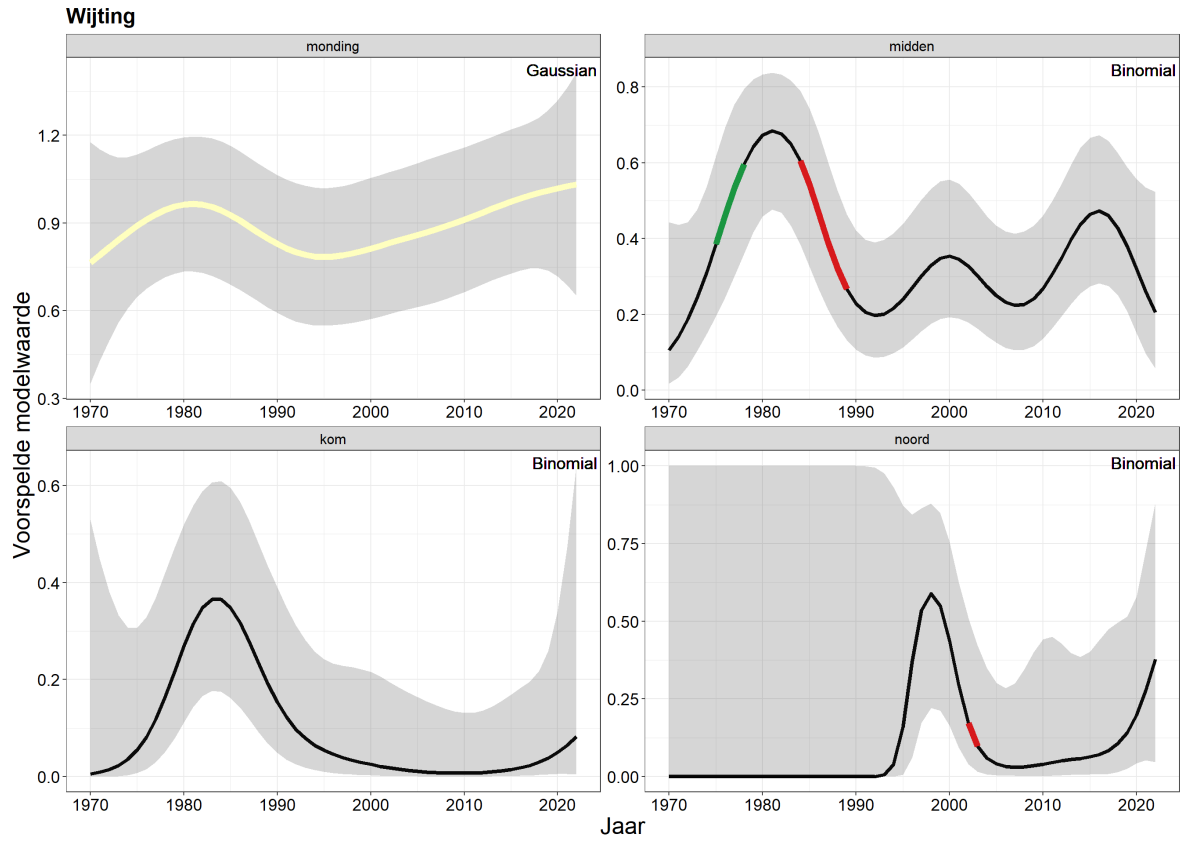
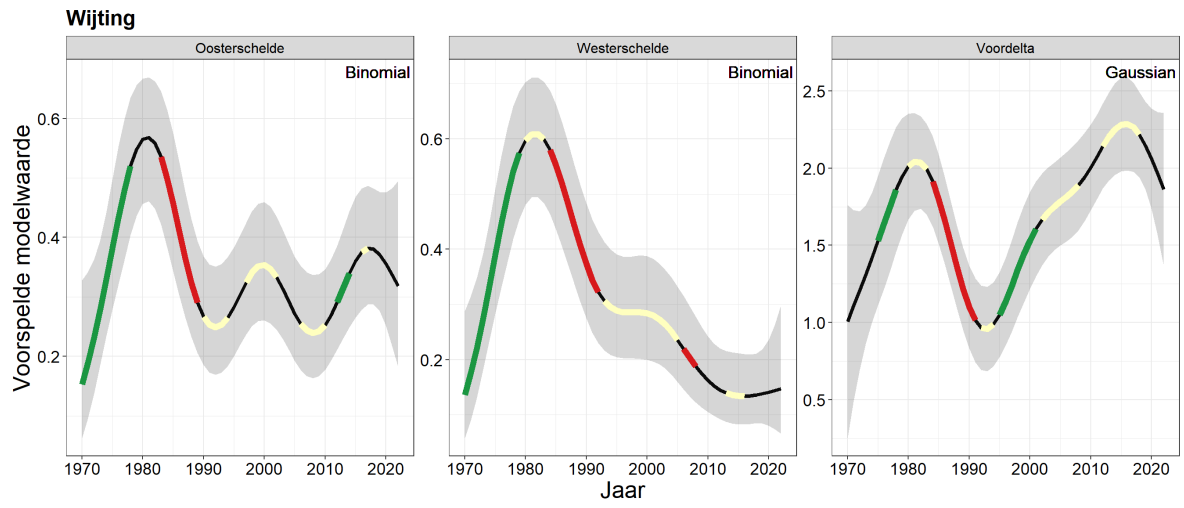
Steenbolk



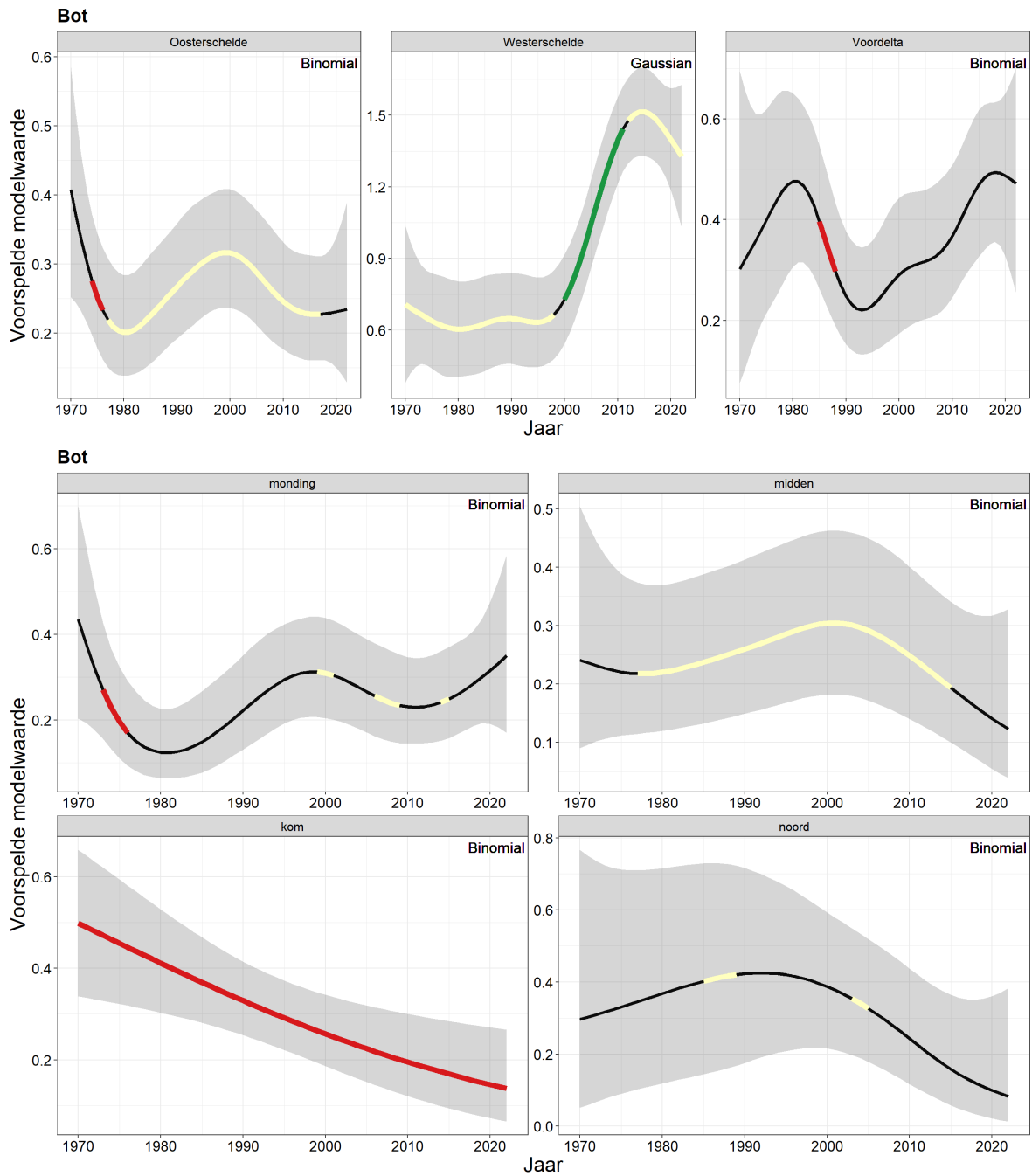
Steenbolk

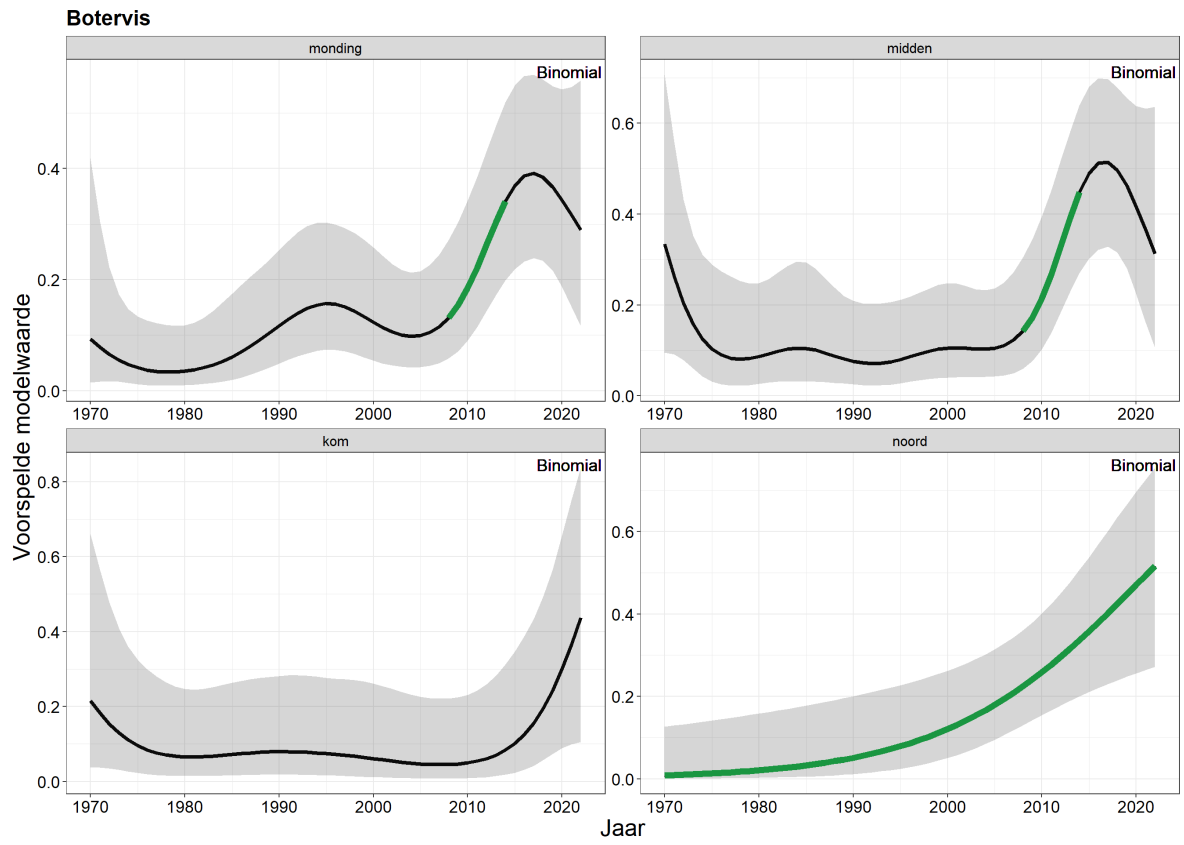
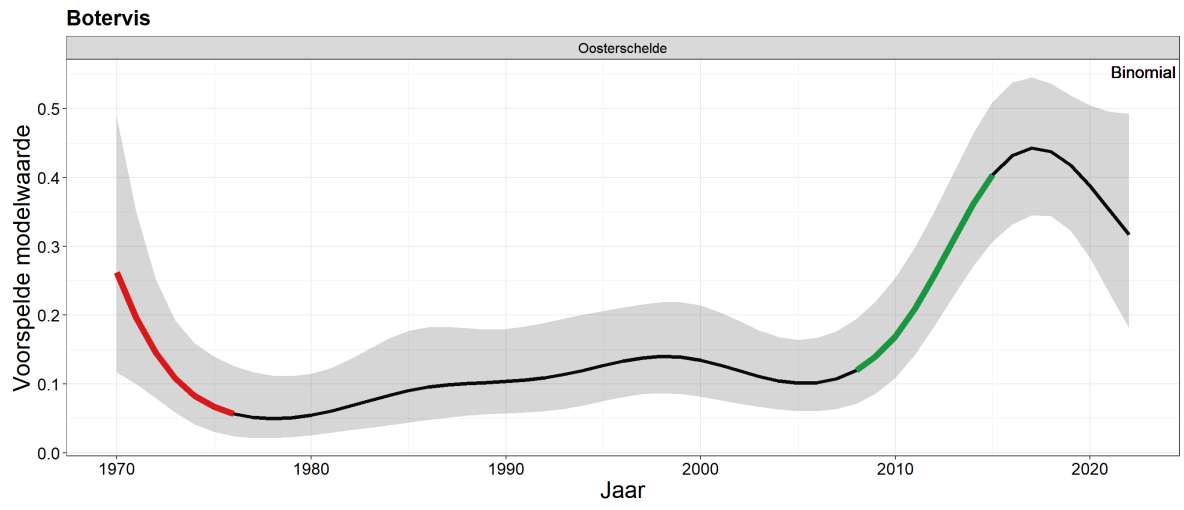




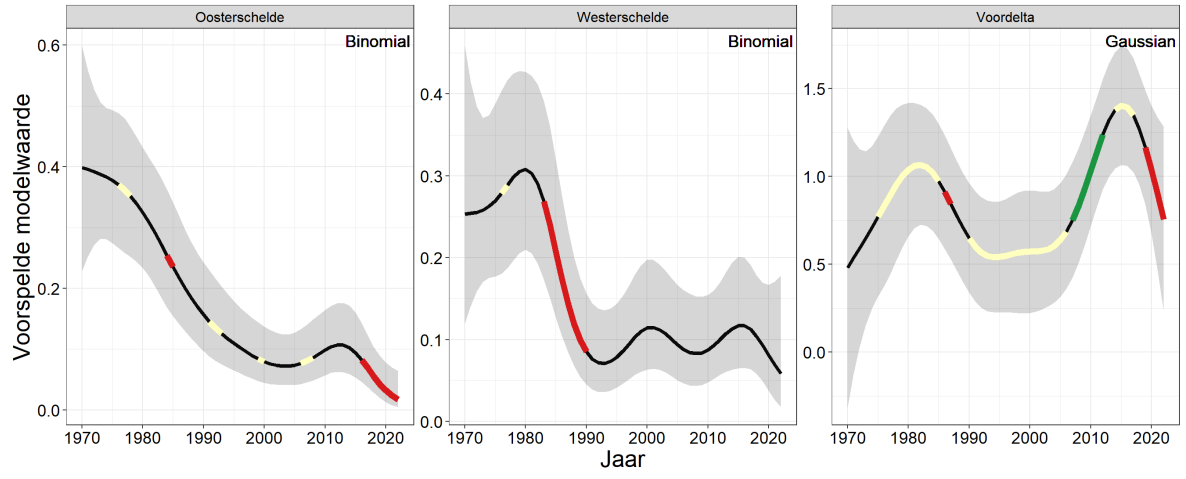


Bijlage 3. Trendanalyses DFS: residente soorten

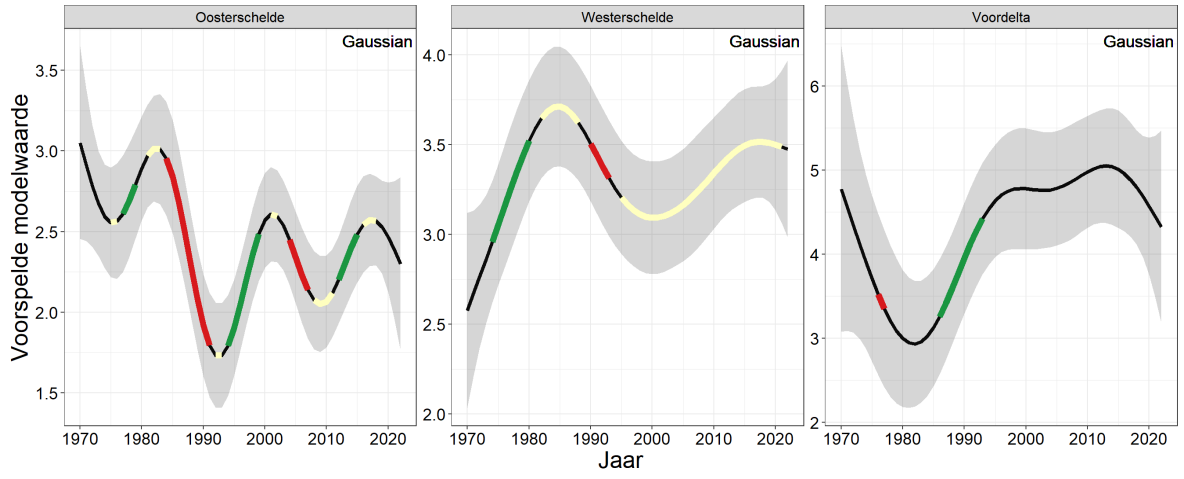




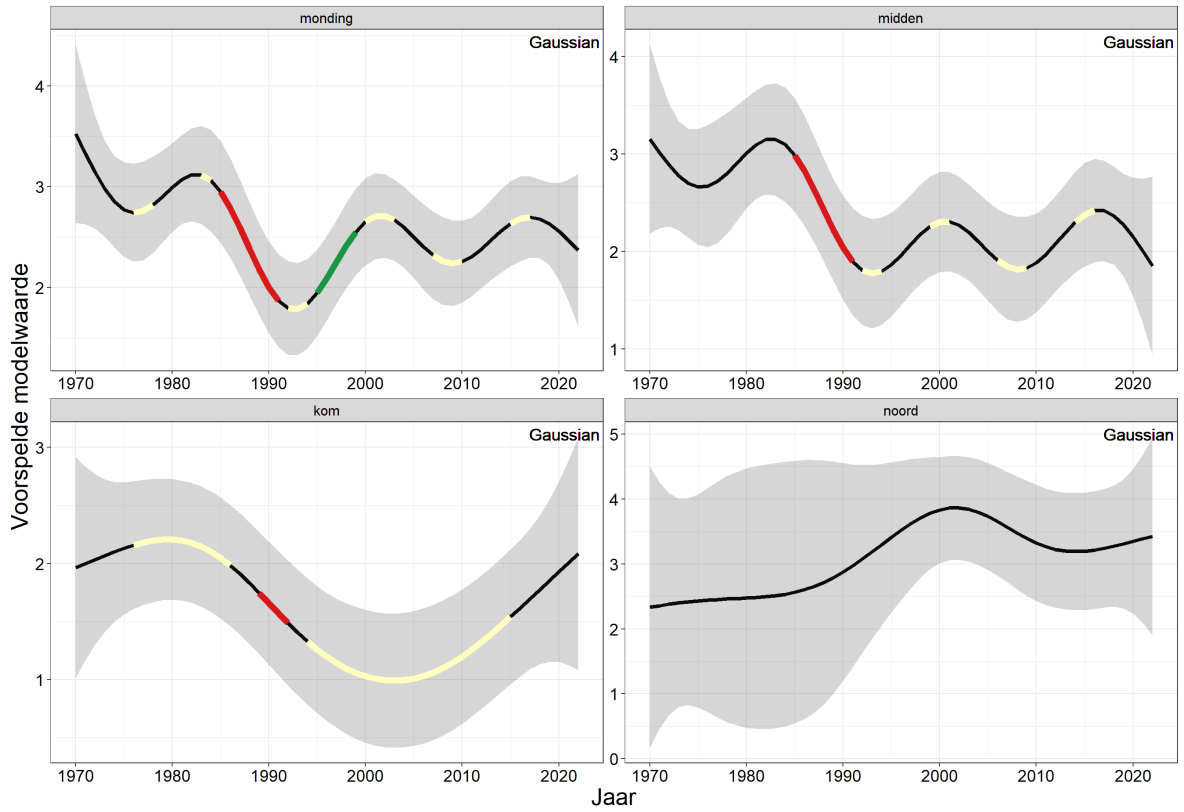
Harnasmannetje



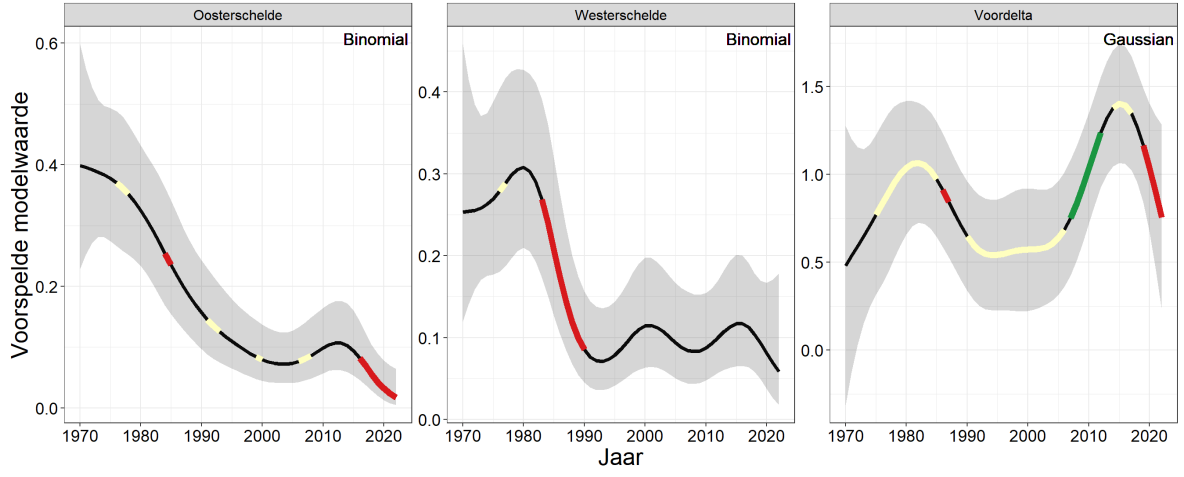
grondels



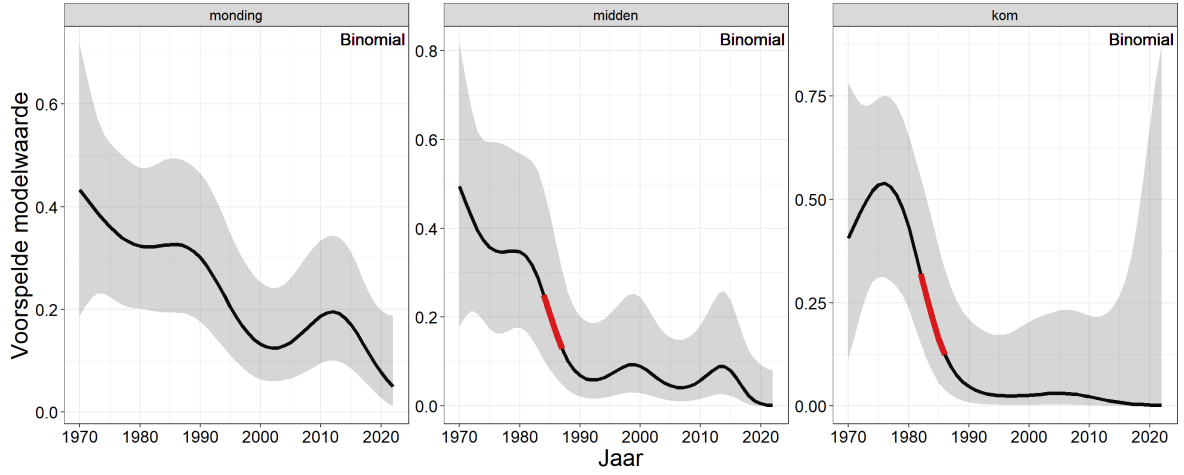
grondels

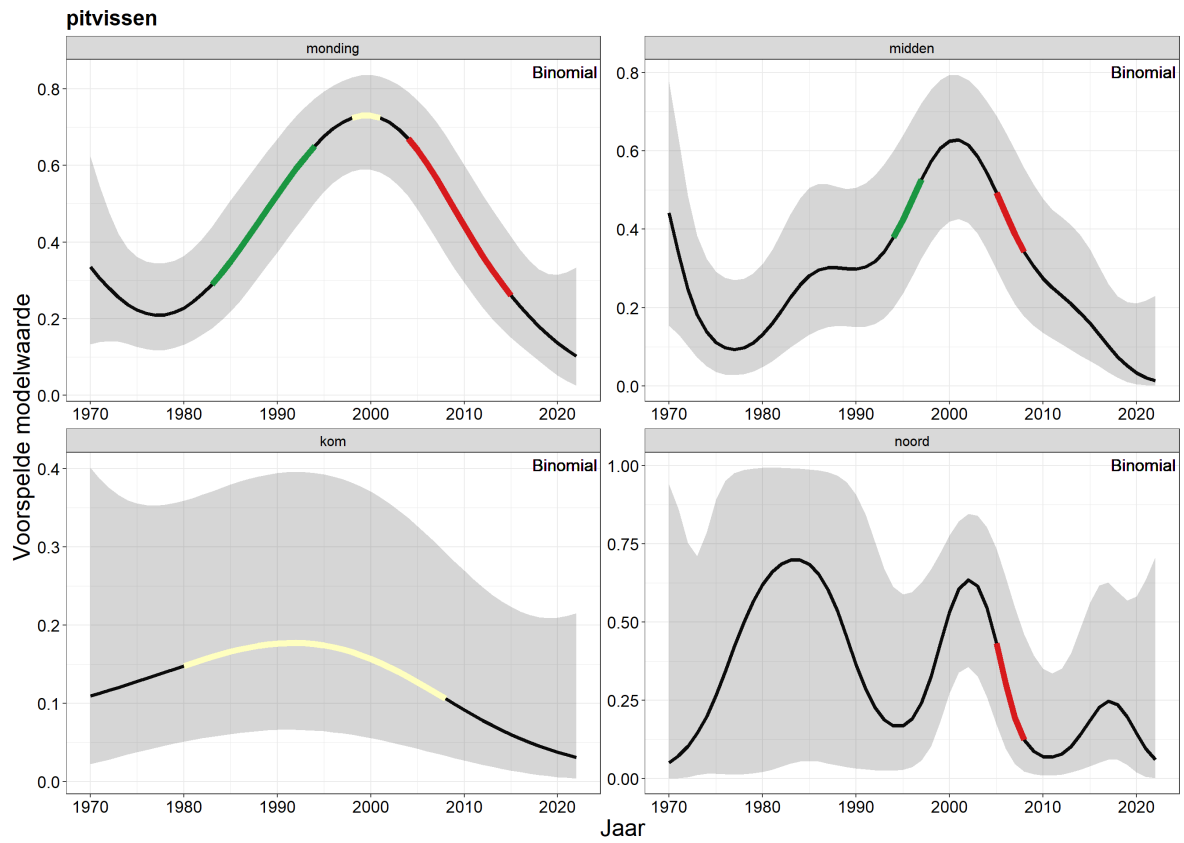
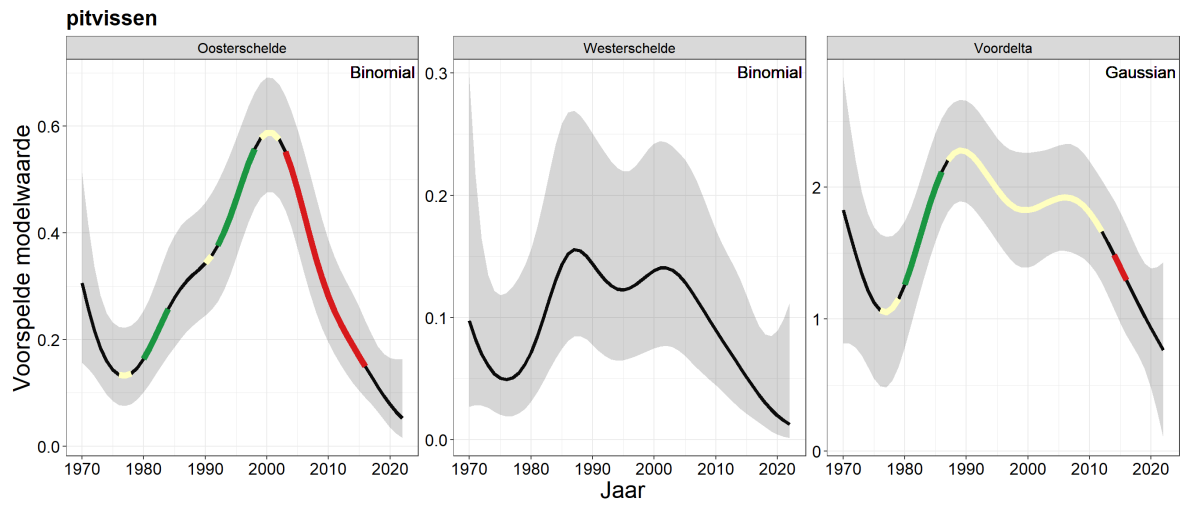


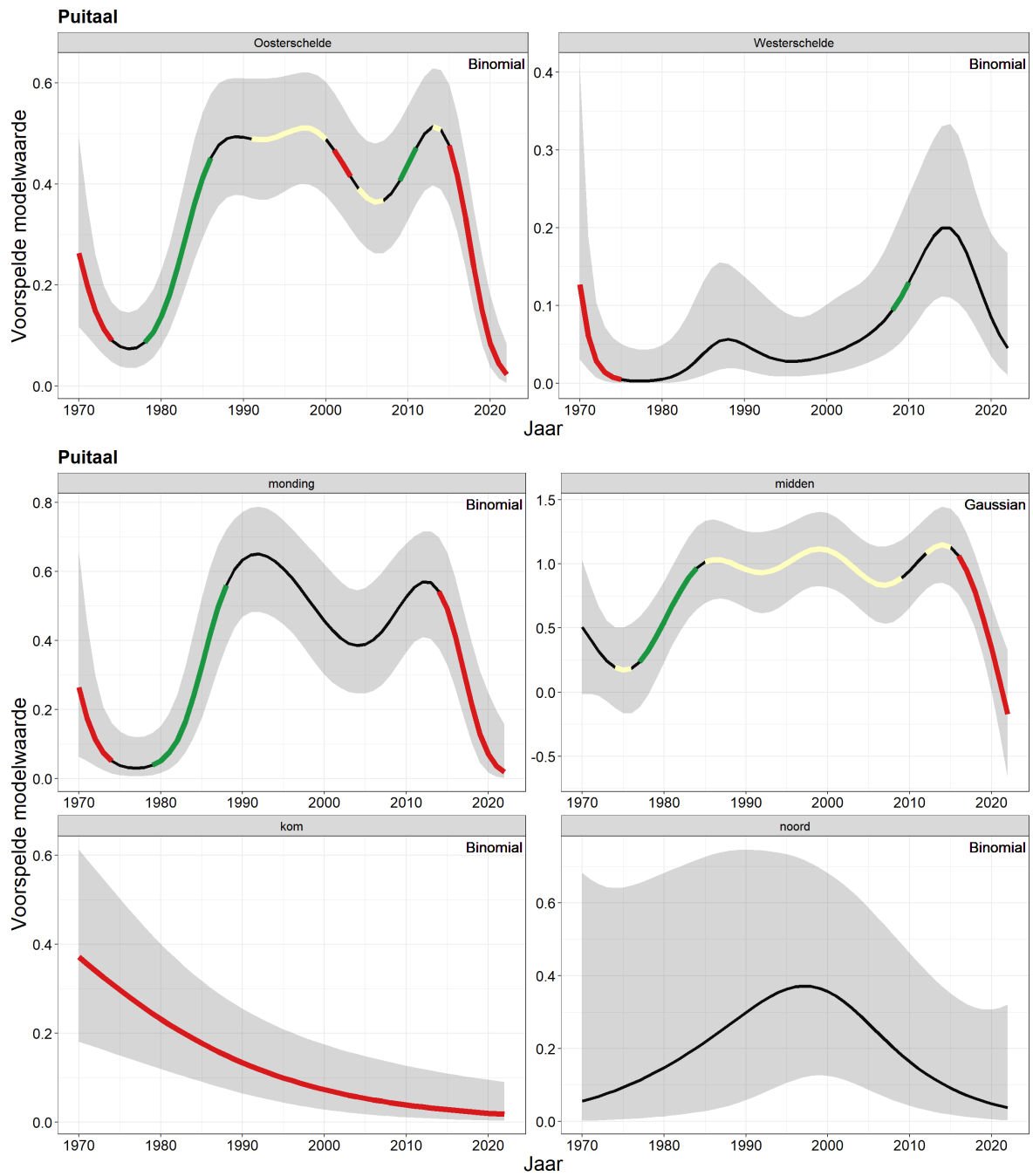
Harnasmannetje



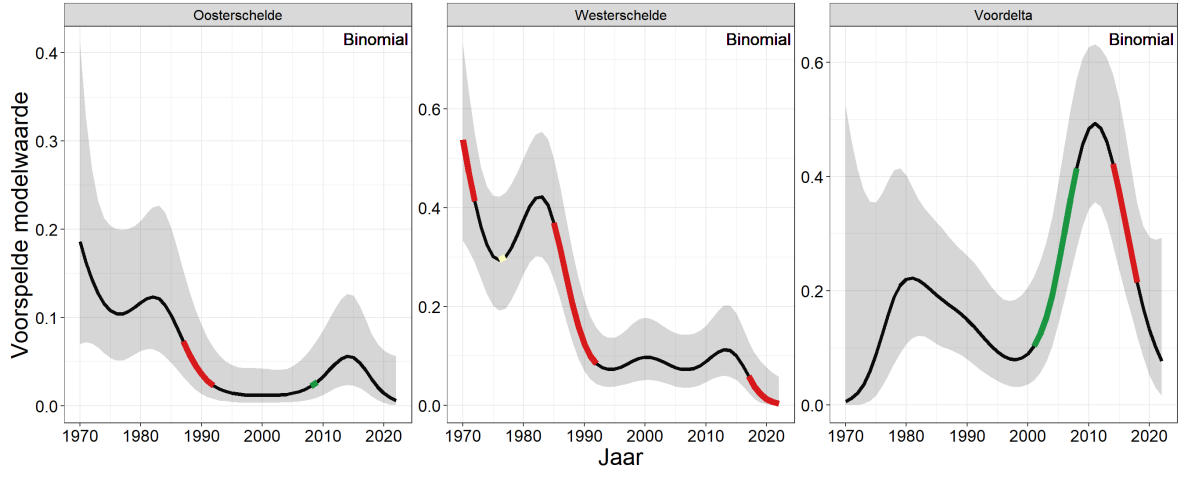
Harnasmannetje



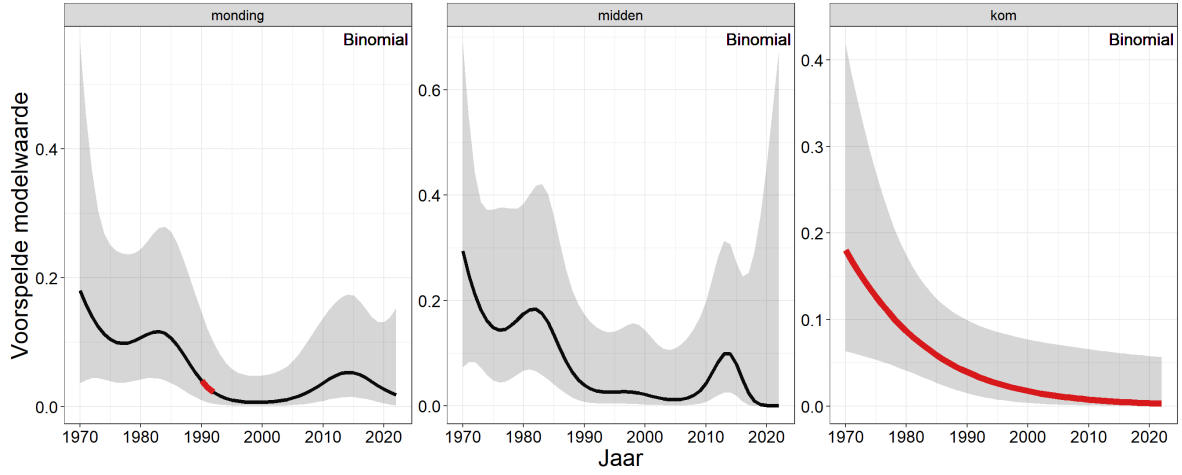




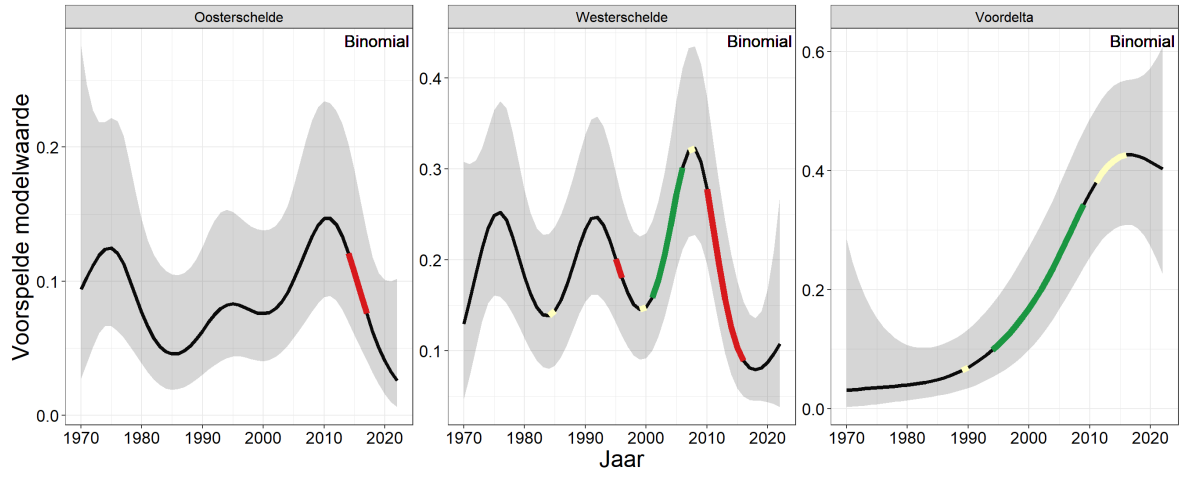
Slakdolf



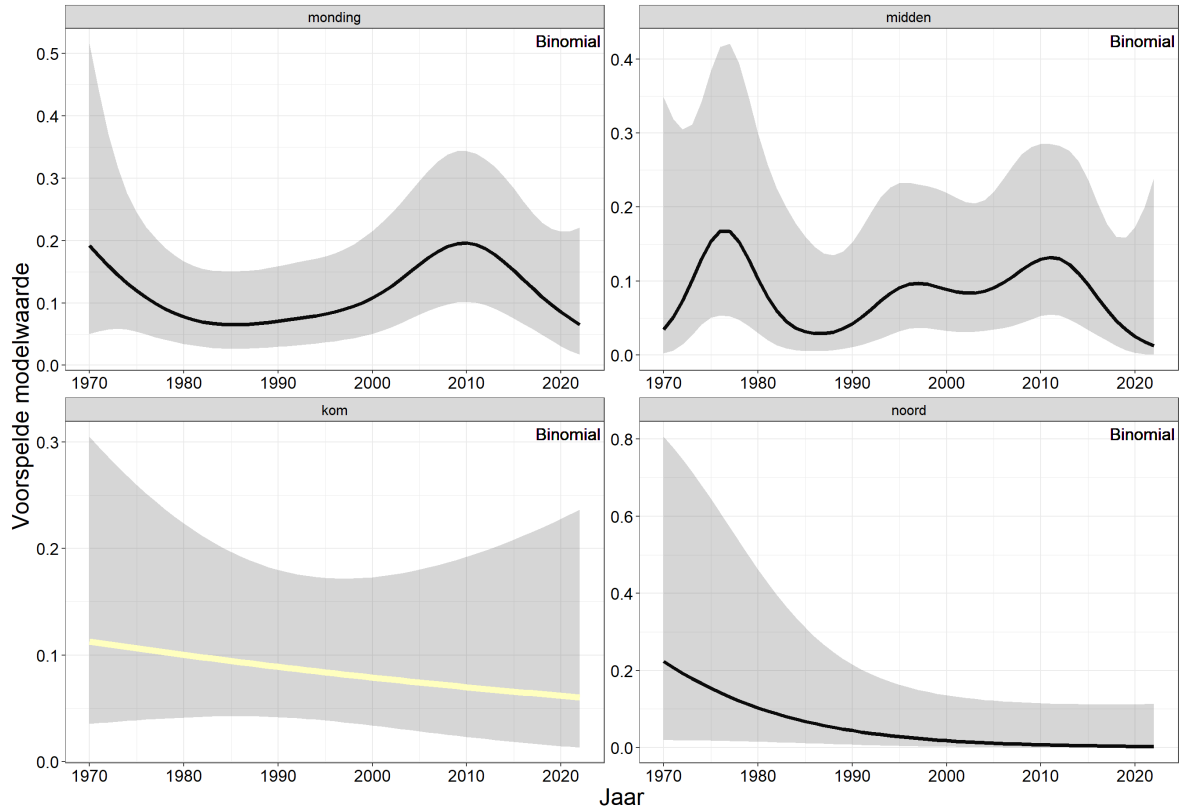
Slakdolf



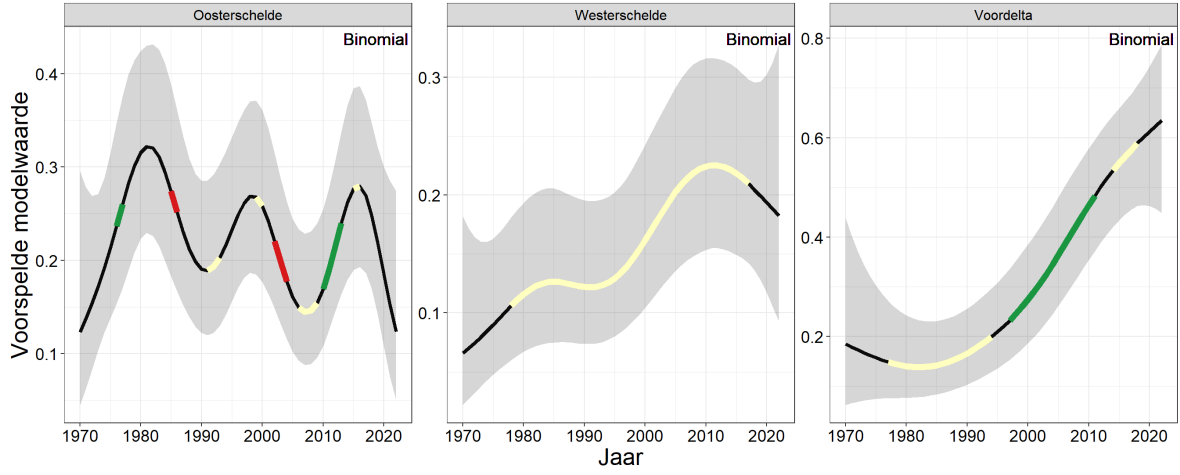
Vijfdradige meun



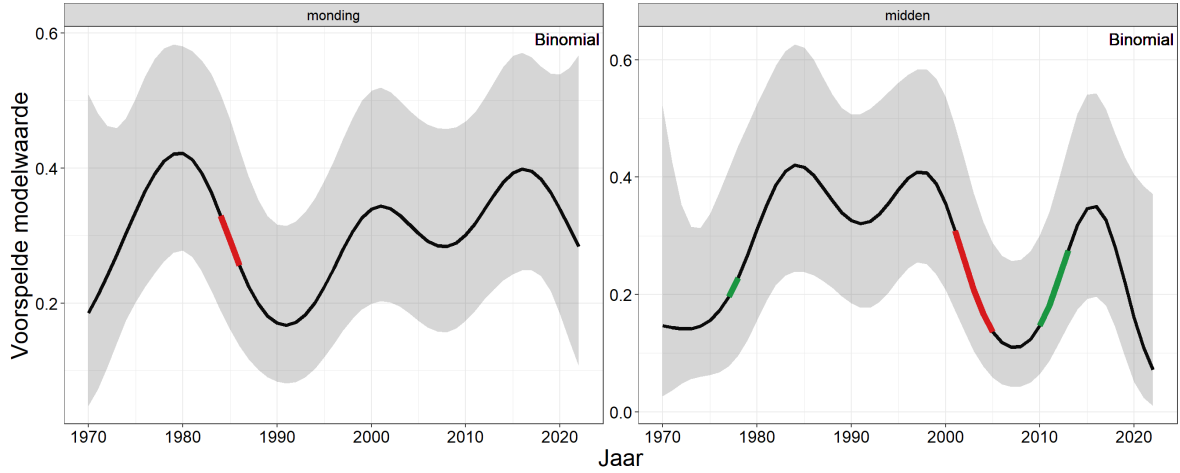
Vijfdradige meun



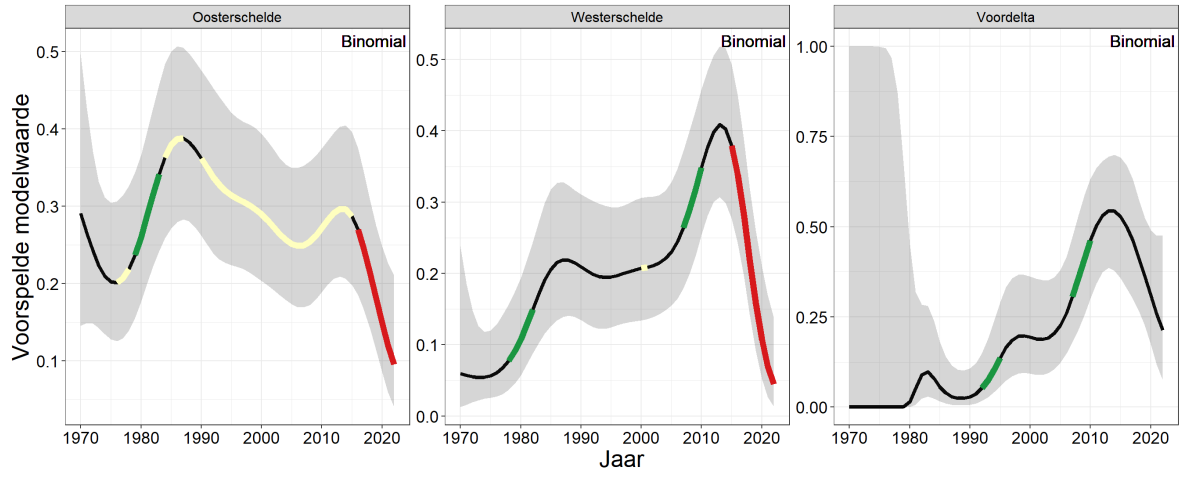
zandspieringen



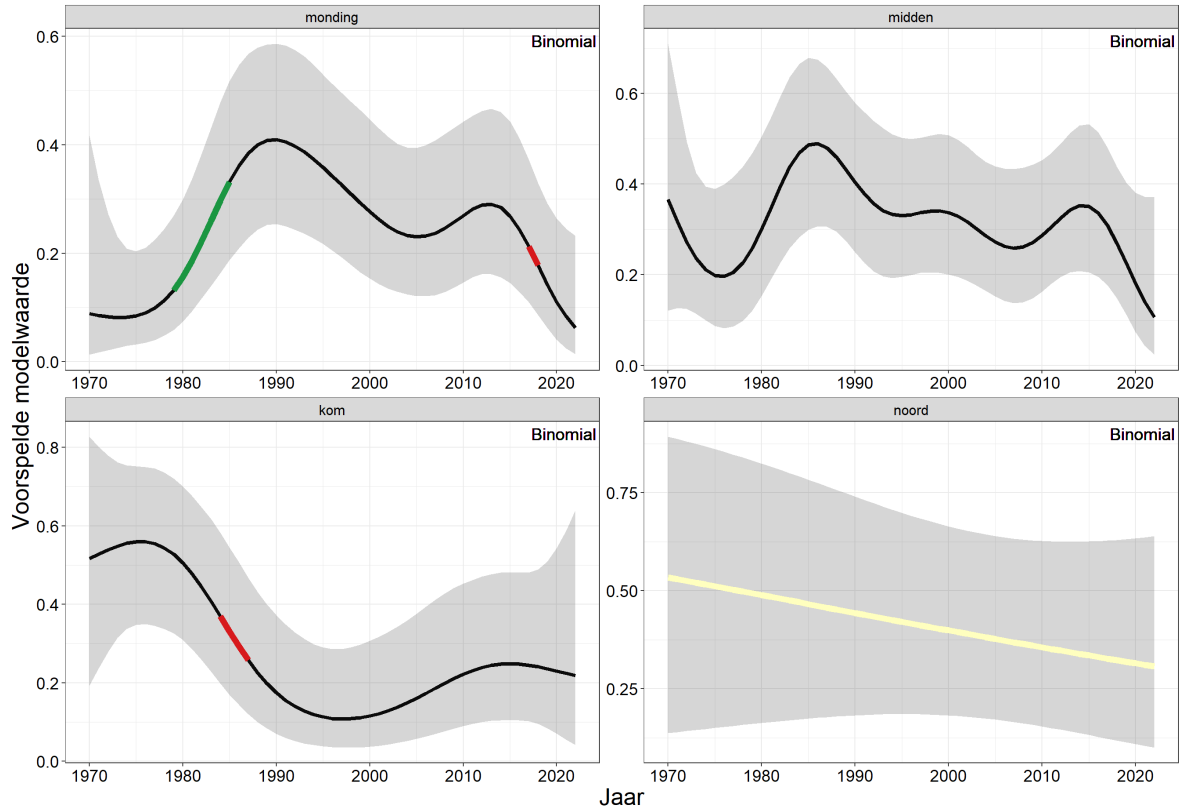
zandspieringen



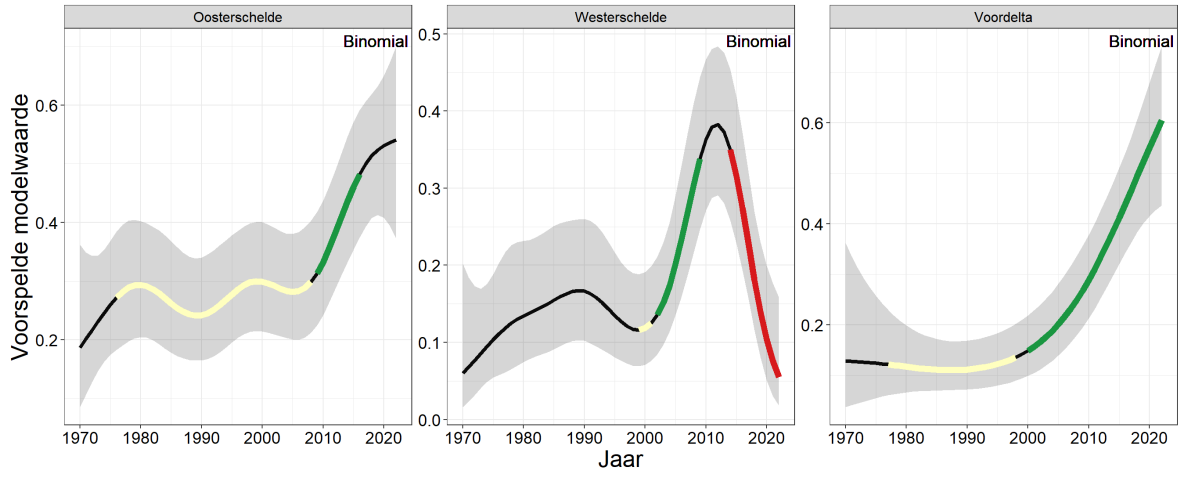
Zeedonderpad



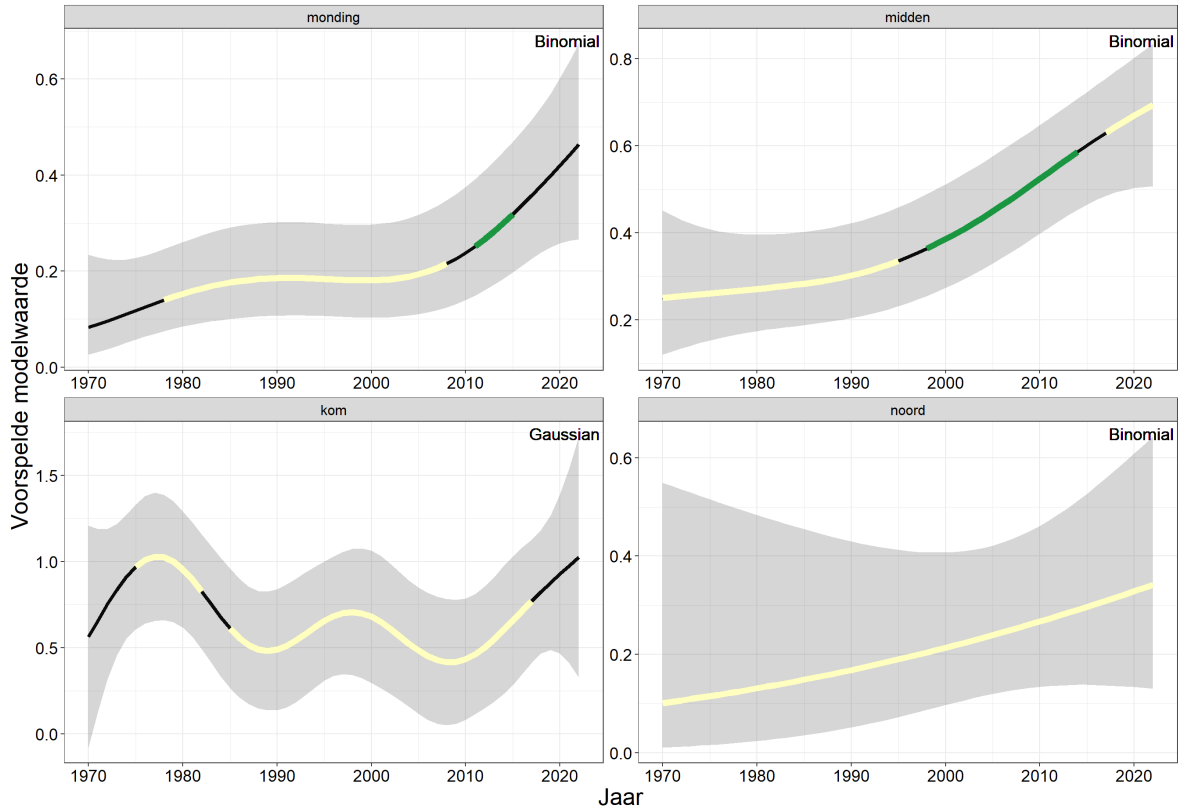
Zeedonderpad



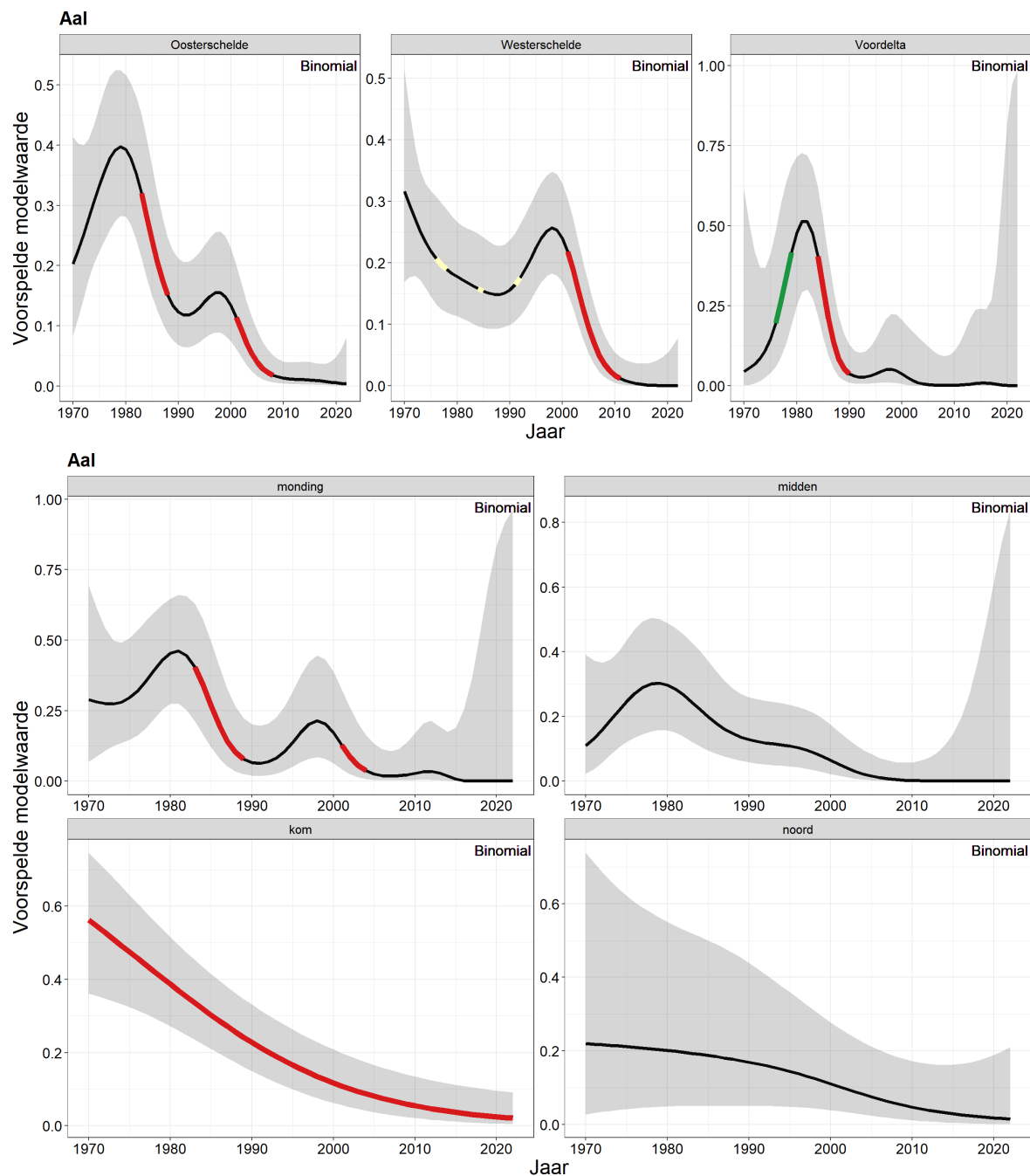
zeenaalden



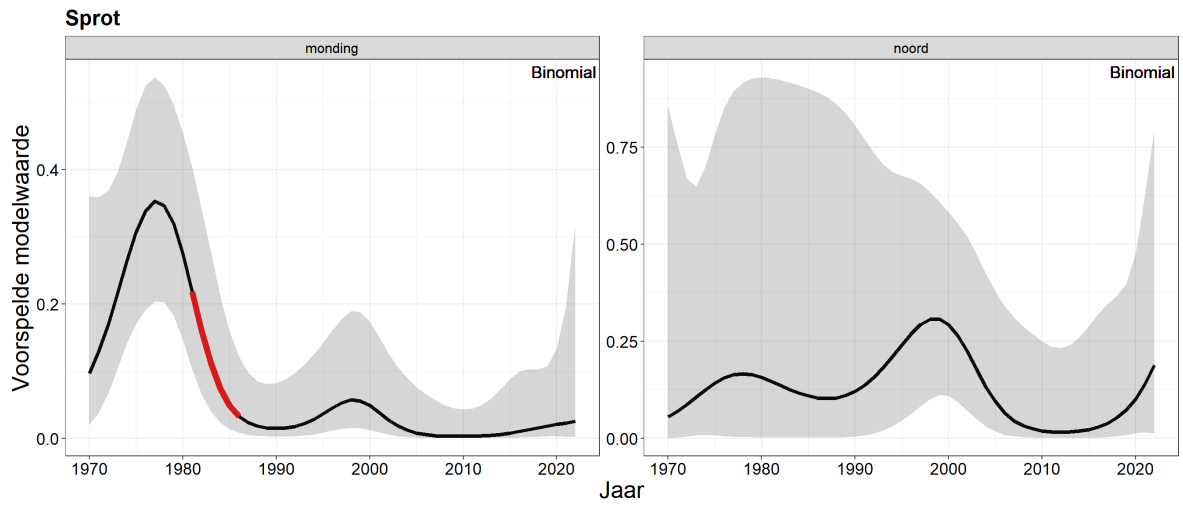
zeenaalden



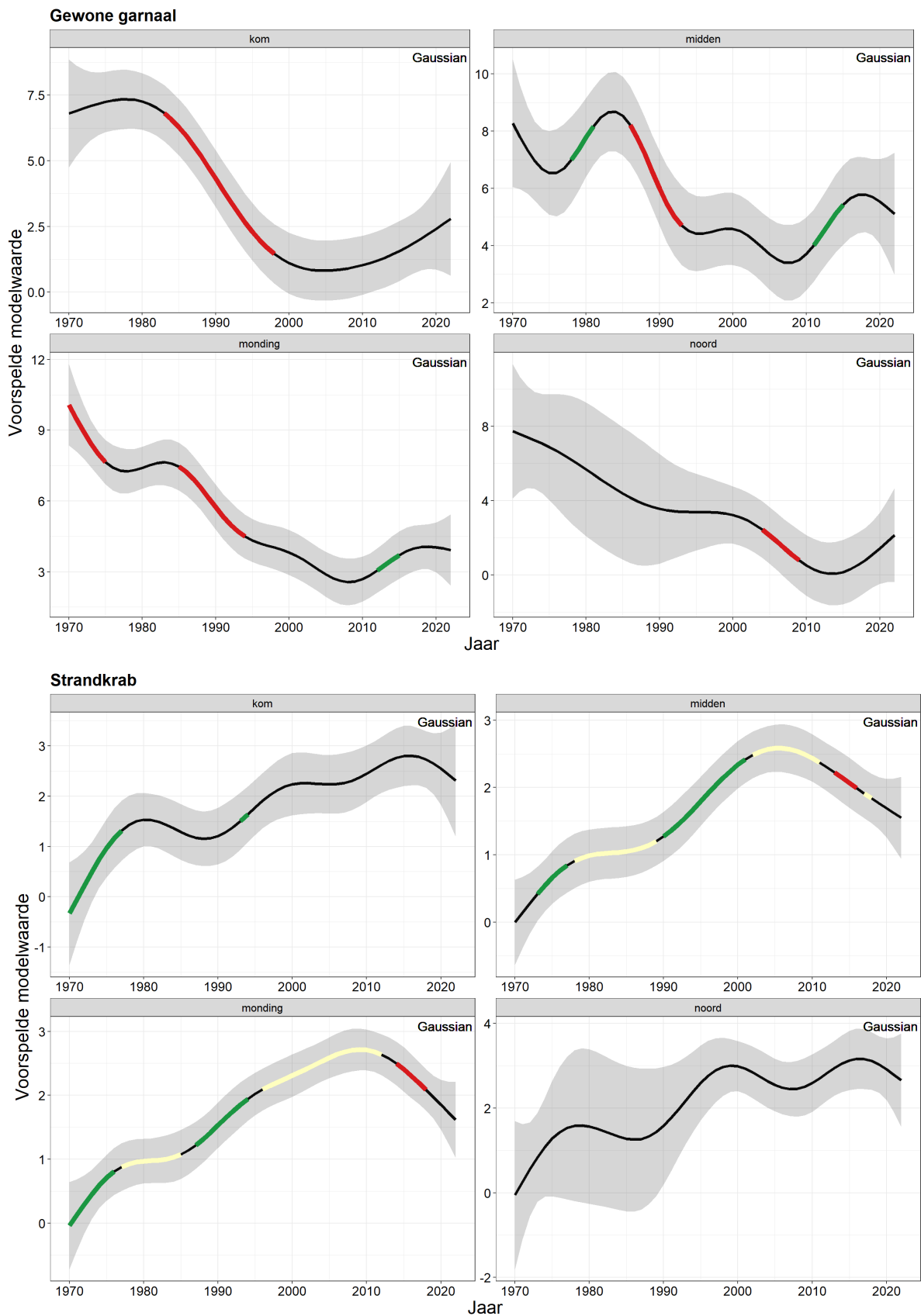
Bijlage 4. Trendanalyses DFS: trekvissoorten



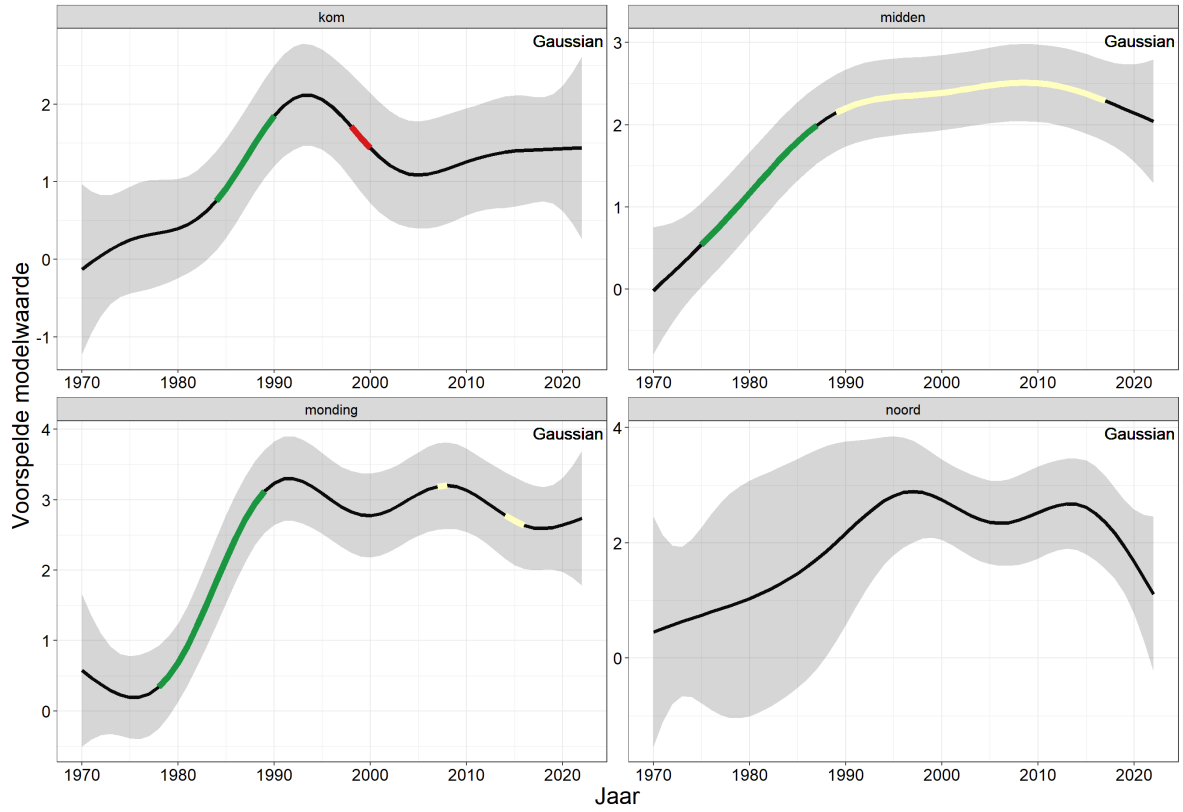
Bijlage 5. Trendanalyses DFS: seizoensgasten



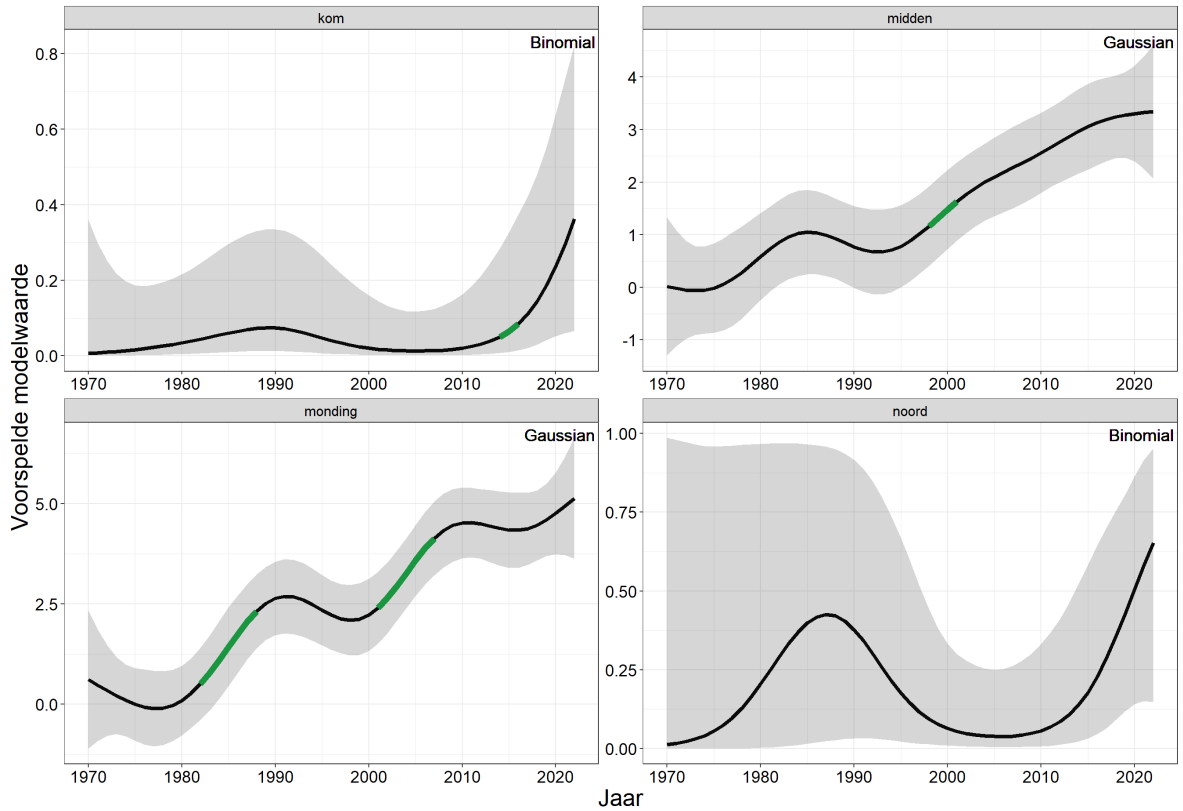
Bijlage 6. Trendanalyses DFS: epibenthossoorten

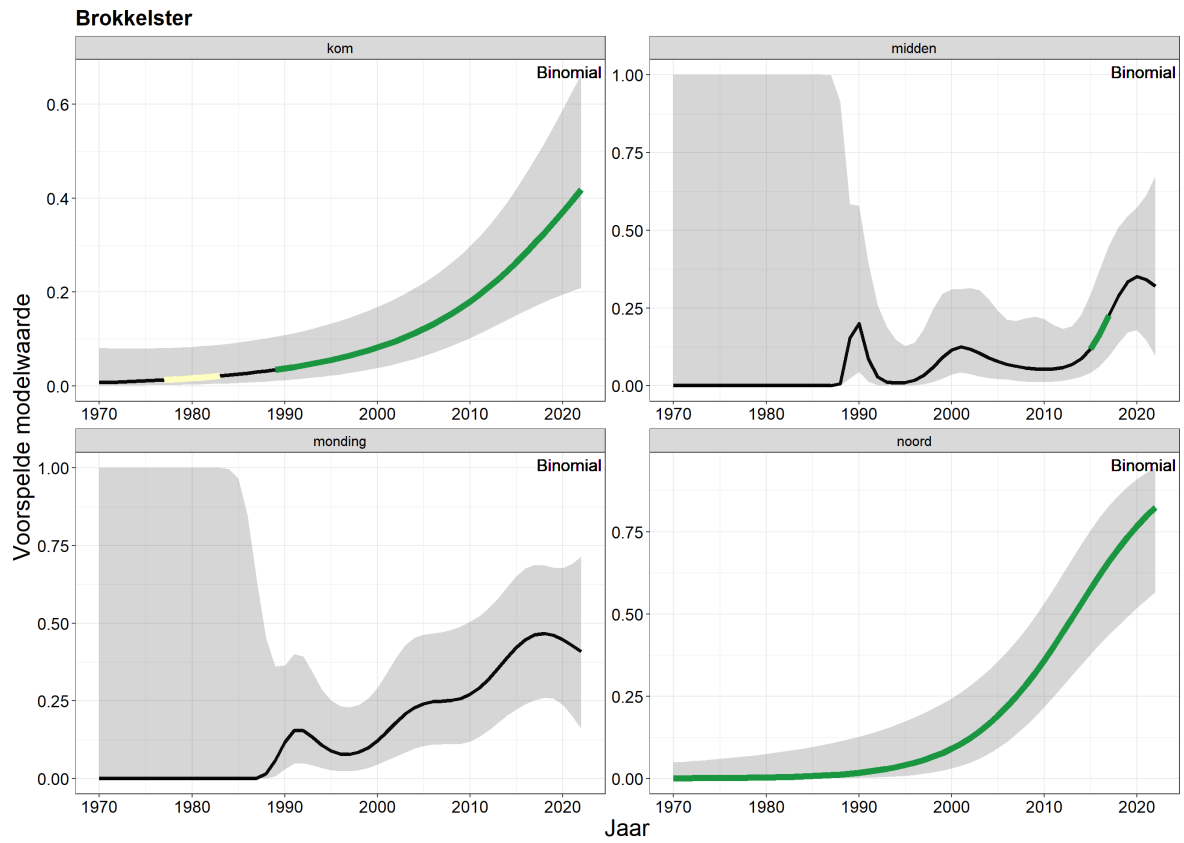


Zeester



slangsterren





Wageningen Marine Research
T: +31 (0)317 48 70 00
E: marine-research@wur.nl
www.wur.nl/marine-research

Wageningen Marine Research levert met kennis, onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek en advies een wezenlijke bijdrage aan een duurzamer, zorgvuldiger beheer, gebruik en bescherming van de natuurlijke rijkdommen in zee-, kust- en zoetwatergebieden.

Bezoekers adres:

- Ankerpark 27 1781 AG Den Helder
- Korringaweg 7, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden



Wageningen Marine Research is onderdeel van Wageningen University & Research. Wageningen University & Research is het samenwerkingsverband tussen Wageningen University en Stichting Wageningen Research en heeft als **missie**: 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'
