



---

# Vismigratie in de Zuidwestelijke Delta

Quickscan van kansen en knelpunten in het kader van beleidsondersteunend onderzoek voor LNV

Auteur(s): Winter H.V., Mulder I.M., Tangelder M.

Wageningen University &  
Research rapport C020/21

---

# Vismigratie in de Zuidwestelijke Delta

Quickscan van kansen en knelpunten in het kader van beleidsondersteunend onderzoek voor LNV

Auteur(s): Winter H.V., Mulder I.M., Tangelder M.

Wageningen Marine Research

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Marine Research en gesubsidieerd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema 'Natuurambitie Grote Wateren' (projectnummer BO-43-021.03-001)

Wageningen Marine Research  
IJmuiden, Maart 2021

---

VERTROUWELIJK Nee

Wageningen Marine Research rapport C020/21

---

Keywords: vismigratie, connectiviteit, zoet-zout overgangen, rivierdelta.

Opdrachtgever: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit  
T.a.v.: drs. J. van Peijpe  
Bezoudehoutseweg 73  
2594 AC Den Haag  
  
BO-43-021.03-001

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/543201>  
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  
Dr.ir. J.T. Dijkman, Managing director

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 V30 (2020)

---

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1 Aanleiding	7
1.2 Beleidskader	7
1.3 Doelstelling en afbakening	8
<b>2 Historische schets van de Zuidwestelijke Delta</b>	<b>9</b>
<b>3 Connectiviteit en leefgebieden voor vis in de Zuidwestelijke Delta</b>	<b>11</b>
<b>4 Kansen voor vis in de Zuidwestelijke Delta</b>	<b>17</b>
4.1 Diadrome soorten	17
4.2 Estuarien residente soorten	23
4.3 Mariene soorten	24
4.4 Zoetwater-vissoorten	28
4.5 Kansen voor andere N2000 soorten: visetende vogels en zoogdieren	29
<b>5 Discussie en aanbevelingen</b>	<b>30</b>
<b>6 Kwaliteitsborging</b>	<b>33</b>
<b>Literatuur</b>	<b>34</b>
<b>Verantwoording</b>	<b>37</b>
<b>Bijlage 1 Nationale visroute kaart</b>	<b>38</b>
<b>Bijlage 2 N2000: vissoorten en visetende soorten die zijn aangewezen per gebied in de Zuidwestelijke Delta</b>	<b>39</b>
<b>Bijlage 3 Akoestische telemetrie-netwerken in Nederland en België</b>	<b>40</b>



---

# Samenvatting

## **Zuidwestelijke Delta als belangrijke schakel in de swimway voor migrerende vissoorten**

De Zuidwestelijke Delta wordt gevormd door de monding van drie grote rivieren: de Rijn, de Maas en de Schelde. Het gebied vervult een belangrijke rol als leefgebied en kruispunt voor een breed spectrum aan zoet- en zoutwater-vissoorten. Deze delta wordt door vis gebruikt als permanent leefgebied, paaien- en opgroeigebied voor jonge vis (*kinderkamers*), tijdelijk foerageergebied of als doortrekgebied tussen zee en zoete wateren. Per soort loopt de schaal waarop de Zuidwestelijke Delta van belang is om hun levenscyclus te voltooien (hun *swimway*) sterk uiteen: van heel lokaal tot populaties die ver bovenstrooms in rivieren of in de oceaan migreren over afstanden van duizenden kilometers.

## **Doel van deze quickscan**

Het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit wil meer inzicht verkrijgen in de kansen en knelpunten voor vismigratie in de grote wateren van de Zuidwestelijke Delta. Deze *quickscan* geeft een inventarisatie van kansen en knelpunten op basis van bestaande kennis. We beschouwen de connectiviteit (kwaliteit van de verbindingen) en de verschillende wateren als leefgebied (habitat-areaal en -kwaliteit) in de Zuidwestelijke Delta in onderlinge samenhang. Hierbij brengen we in kaart wat de soort specifieke migratiemogelijkheden of barrières zijn bij verschillende knooppunten (verbindingen) tussen wateren in de Zuidwestelijke Delta. We focussen daarbij met name op het centrale deel tussen het Haringvliet en de Westerschelde (o.a. Oosterschelde, Grevelingen en Volkerak-Zoommeer), en de connectiviteit van deze wateren naar omliggende wateren zoals de Voordelta, de Noordzee, de Brabantse beken en de verschillende Rijn-Maas-Schelde riviertakken.

## **Zuidwestelijke Delta vervult een belangrijke rol voor een breed spectrum aan vissoorten**

De soortengroepen in deze quickscan zijn ingedeeld in ecologische visgilden: diadrome soorten (trekvisseren), estuarien residente soorten, mariene juvenielen, mariene seizoensgasten en zoetwater-soorten. Voor elk van deze groepen worden de kansen en knelpunten in meer algemene zin beschouwd, en per groep worden enkele voorbeeldsoorten waarvoor de Zuidwestelijke Delta een specifieke rol vervult of zou kunnen vervullen verder uitgelicht. De wateren in de Zuidwestelijke Delta vormen een belangrijk onderdeel in de *swimway* van veel soorten waarbij de stroomgebieden van de Rijn, Maas en Schelde via de verschillende deltawateren verbonden zijn met de Voordelta, Noordzee en de Atlantische Oceaan. Zo zwemmen sommige soorten zoals aal helemaal naar de Sargassozee om te paaien of de gevlekte gladde haai naar de Golf van Biskaje om te overwinteren. De Oosterschelde en monding van de Westerschelde wordt gebruikt als geboorte en opgroeigebied voor pasgeboren pups van gevlekte gladde haai, ruwe haai en pijlstaartrog, die na hun zomerverblijf in de delta 's winters wegtrekken.

## **Kwaliteit van de leefgebieden voor vis**

In het stroomgebied van de Rijn en Maas is estuariene dynamiek grotendeels afwezig. Estuaria zijn zeer dynamische hoogproductieve watersystemen. Veel wateren in de Zuidwestelijke Delta kennen momenteel geen of een beperkte getijslag. Deze veranderingen hebben een groot effect gehad op de connectiviteit, de productiviteit van vis, en daarmee ook de beschikbaarheid als voedsel voor visetende zoogdieren en vogels, en het beschikbare areaal aan opgroeigebied voor vis. Concrete problemen spelen rond zuurstofhuishouding door stratificatie, zoals in het Grevelingenmeer. Als de dynamiek kan worden vergroot zal dit een gunstige uitwerking hebben voor vis in de Zuidwestelijke Delta. Voor een aantal soorten kan hier winst worden geboekt door ontpolderingsprojecten zoals recentelijk in de Rammegors, Perkpolder en de Hedwigepolder zijn of worden uitgevoerd. De waterkwaliteit in het Volkerak-Zoommeer, waar de hoge nutriëntenlast een grote rol speelt, zou verder verbeterd moeten worden om visbestanden te kunnen versterken.

## **Kwaliteit van de verbindingen tussen de verschillende wateren (connectiviteit)**

Prioritering van de huidige knelpunten (connectiviteit, leefgebied) en het realiseren van kansen vindt plaats op zowel regionaal niveau bij de waterschappen, als op rijkswater niveau. Er zijn in het afgelopen decennium diverse maatregelen getroffen, waardoor de migratie van zowel mariene als van diadrome

vissoorten verbeterd is. De connectiviteit van de Nieuwe Waterweg, Westerschelde en de Oosterschelde met de Voordelta en Noordzee was al goed. Voor de Haringvlietsluizen is het Kierbesluit in werking gesteld om vismigratie te bevorderen. Daarnaast is in het Grevelingenmeer in 2018 de Flakkeese Spuisluis geopend (momenteel echter weer tijdelijk gesloten vanwege werkzaamheden) en is een extra inlaatwerk naast het bestaande inlaatwerk in de Brouwersdam gepland. De Oosterscheldedekering is goed passeerbaar voor vis. De knelpunten voor vismigratie liggen met name bij de zoetzout overgangen, zoals de diverse sluisen rondom het Volkerak-Zoommeer die beperkend voor vismigratie zijn. De Bathse spuisluis is een belangrijke toegangspoort tot het Volkerak-Zoommeer waar de relatief grote zoetwaterafvoer en getijdenslag en het grote aanbod aan migrerende vis in de Westerschelde, mogelijkheden biedt om de intrek hier verder te verbeteren. Momenteel kunnen migrerende vissen hier alleen binnen komen gedurende korte tijdsvensters. Om vooral zwakke zwemmers die via selectief getijdentransport migreren, is er een plan in ontwikkeling om de intrek te verbeteren middels 'Kieren' in combinatie met een drempel om zoutindringing in het spuikanaal te voorkomen. Met name voor kleinere diadrome vissoorten als driedoornige stekelbaars, glasaal (aal), spiering en estuariene soorten als bot en grondels biedt dit kansen om het voorkomen op het Volkerak-Zoommeer te verhogen. Ook de andere sluisen rondom het Volkerak-Zoommeer zijn beperkend voor vismigratie. Een betere passeerbaarheid van deze sluisen zou vooral lokale populaties vis kunnen versterken. Ook grotere diadrome soorten als Noordzeehouting en wellicht zeeforel kunnen deze wateren dan beter als foerageergebied gebruiken. Voor Noordzeehouting en wellicht ook voor rivierprik is paai- en opgroei in de Brabantse beken als Steenbergse Vliet en met name ook in de Dintel/Mark stroomgebieden mogelijk na verbetering van de passerbaarheid van series stroomopwaartse stuwen en habitatverbetering door hermeandering in deze beken.

#### **Kennisleemten rondom vismigratie vraagstukken**

Een aantal verbeteringen zou in de praktijk al kunnen worden gerealiseerd, zoals het mogelijk maken van meer getijdynamiek via tweezijdig stromende verbindingen. Maar er zijn nog veel kennisvragen en -hiaten m.b.t. vismigratie thema's. Zoals het bepalen van de sturende factoren voor het passagesucces van de vele verschillende typen verbindingen en een beter begrip van het gedrag van migrerende vissoorten bij zoet-zout overgangen. Bijvoorbeeld hoe effectief vissen kort durende migratievensters kunnen benutten. Met name over de passeerbaarheid of optimalisatie van vismigratie bij scheepsluizen is nog relatief weinig bekend. Maatregelen die goed aansluiten bij het natuurlijke gedrag van vis tijdens migratie lijken het meest kansrijk. Gedragsonderzoek kan worden uitgevoerd met merk- en zenderstudies. Uitbreiding van de netwerken aan detectiestations, zoals die nu voor de Belgische kust, de Westerschelde/Schelde en in Noord-Nederland worden gebouwd, naar rest van de Zuidwestelijke Delta kan het onderzoek naar hoe vis deze delta gebruikt en welke andere gebieden van belang mogelijk maken. Deze kennis kan vervolgens worden ingezet voor het natuur- en waterbeheer m.b.t. migrerende vis en visetende (zee)zoogdieren en vogels.

#### **Lopend onderzoek**

Er lopen de komende jaren vele onderzoeken en projecten bij zoet-zout overgangen. Een goede uitwisseling van kennis en ervaring tussen onderzoekers, beheerders, beleidsmakers in verschillende gebieden en projecten rond zoet-zout gebieden elders is van groot belang. Een goede communicatie naar een breder publiek kan ook het draagvlak voor maatregelen en gericht beheer vergroten.



*De Oosterscheldedekering vormt een goed passeerbare verbinding voor vele vissoorten tussen de zeearm en de voordelta (foto Beeldbank Rijkswaterstaat)*

---

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

De Zuidwestelijke Delta is een gebied waar drie grote rivieren, de Rijn, Maas en Schelde, uitmonden in zee. Van oudsher kende deze delta een grote dynamiek aan getijdebewegingen en zoutgehalten wat resulteerde in zeer gevarieerde en rijke habitats en visgemeenschappen (Tangelder *et al.* 2017, Schaminee *et al.* 2019). Het gebied vervult een belangrijke rol als leefgebied en kruispunt voor een breed spectrum aan zoet- en zoutwater-vissoorten. Deze rol voor de verschillende vissoorten loopt uiteen van permanent leefgebied, paai- en opgroeigebied voor jonge vis, tijdelijk foerageergebied of doortrekgebied tussen zee en zoete wateren. De ruimtelijke schaal die de populaties van verschillende vissoorten nodig hebben om hun levenscyclus te voltooien (hun *swimway*) varieert sterk: van heel residente en lokale populaties die de Zuidwestelijke Delta op kleine schaal gebruiken tot populaties die tot diep in de stroomgebieden van rivieren en ver tot op de oceaan migreren over duizenden kilometers. In de afgelopen eeuw is deze delta ingrijpend veranderd door inpolderingen en aanleg van de deltawerken. Hierdoor zijn zowel de leefgebieden (habitats) als de verbindingen tussen de wateren in de Zuidwestelijke Delta sterk veranderd. Het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit vindt het van belang om meer inzicht te krijgen in de kansen en knelpunten voor vismigratie in de grote wateren van de Zuidwestelijke Delta. Daarom heeft zij aan Wageningen Marine Research gevraagd een *quicksan* uit te voeren naar inventarisatie van deze kansen en knelpunten met gebruikmaking van bestaande kennis in het kader van beleidsondersteunend onderzoek (BO).

## 1.2 Beleidskader

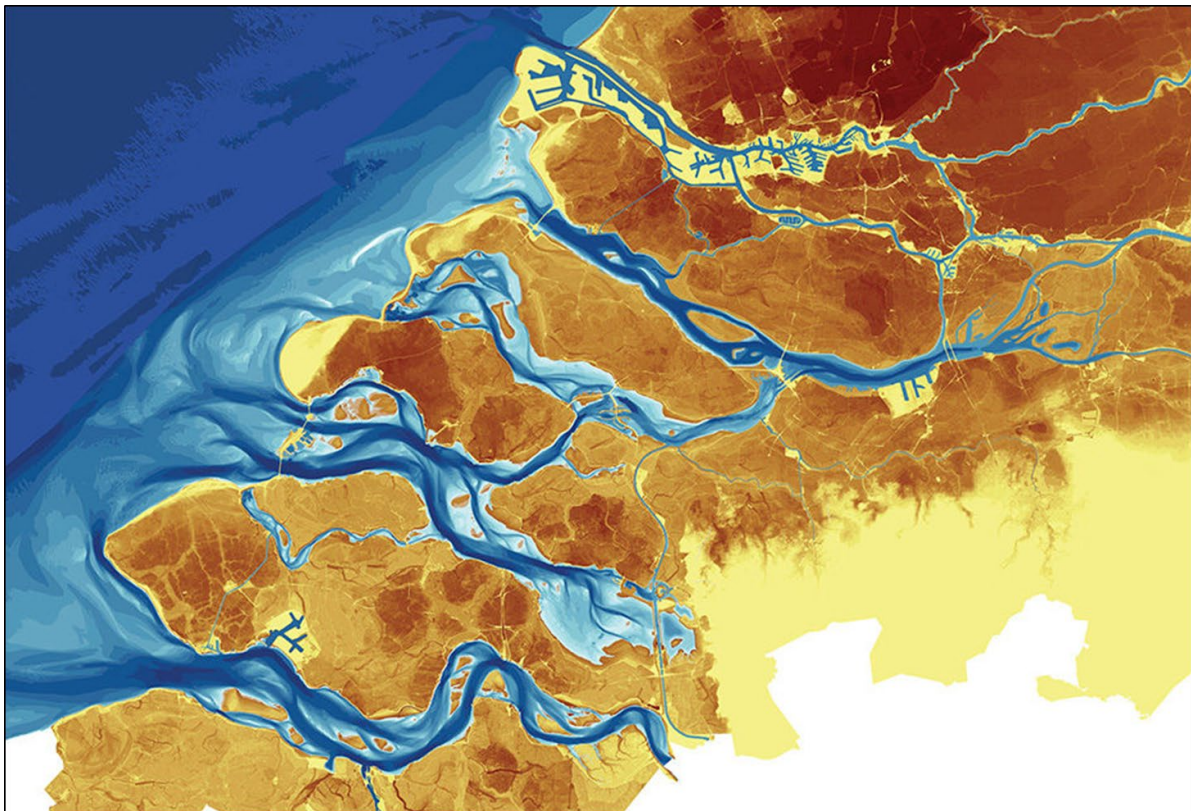
Het beheer en beleid met betrekking tot populaties en gemeenschappen van vis in de Zuidwestelijke Delta vindt plaats binnen de volgende kaders:

- Natuurbeheer met name via de EU Habitat Richtlijn (HR) en Natura 2000, waarbij onderscheid wordt gemaakt in een habitat-benadering en een soorten-benadering;
- Waterbeheer met name via de EU Kaderrichtlijn Water (KRW);
- Visserijbeheer waarbij onderscheid kan worden gemaakt tussen gerichte visserij op doelsoorten en bijvangstproblematiek;
- Nationale Aalbeheerplan gericht op het herstel van aal (paling) als uitvloeisel van de EU Eel Directive;
- EU Marine Strategy Framework Directive die moet leiden tot een 'Good Environmental Status' voor de mariene wateren in de EU;
- Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW), die beoogt maatregelen te treffen die nodig zijn voor toekomstbestendige grote wateren waar hoogwaardige natuur goed samengaat met krachtige economie en waarbij één van de focusgebieden de Zuidwestelijke Delta is;
- LIFE IP Deltanatuur is een EU programma dat een impuls geeft aan de ontwikkeling van waardevolle deltanatuurgebieden in Nederland, waaronder een aantal gebieden in de Zuidwestelijke Delta;
- Natuurwinstplan Grote Wateren. Het Rijk heeft twee belangrijke ambities voor de grote wateren. Ten eerste het herstellen van het oorspronkelijke (dynamische) karakter van het watersysteem. Ten tweede het behalen van de Natura 2000-doelstellingen. Hierbij ligt de focus op het behoud en herstel van de biodiversiteit. Om deze ambities te realiseren, werken het programma LIFE IP Deltanatuur en de Programmatische aanpak Grote Wateren (PAGW) samen aan een strategie om te komen tot het Natuurwinstplan Grote Wateren (<https://life-ip-deltanatuur.nl>).



### 1.3 Doelstelling en afbakening

In deze rapportage verkennen we waar kansen liggen voor vismigratie om vispopulaties en visgemeenschappen in de Zuidwestelijke Delta te kunnen versterken. We beschouwen de connectiviteit (kwaliteit van het netwerk aan verbindingen) en de verschillende wateren als leefgebied (habitat-areaal en -kwaliteit) in de Zuidwestelijke Delta in onderlinge samenhang. Hierbij brengen we in kaart wat de soort-specifieke migratiemogelijkheden of barrières zijn bij de bij verschillende knooppunten (verbindingen) tussen wateren in de zuidwestelijke delta (verdere verdieping t.o.v. Mulder *et al.* 2020). Hierbij is ook tussentijds gespard met Peter Philipsen die een parallel adviestraject rond vismigratie voor Rijkswaterstaat uitvoert (Philipsen 2021). Vervolgens willen we een overzicht geven van knelpunten (problemen) en mogelijkheden voor maatregelen (kansen) van zowel migratie als habitatgebruik van vis in de Zuidwestelijke Delta in onderlinge samenhang. We beschouwen in deze rapportage de gehele Zuidwestelijke Delta (Rijn-Maas-Schelde monding), *met de belangrijkste focus op het centrale gebied tussen het Haringvliet en de Westerschelde, te weten Oosterschelde, Veerse Meer, Grevelingenmeer en Volkerak-Zoommeer en Markiezaatmeer*, en de verbinding van deze wateren met omliggende wateren: Voordelta, Noordzee, Brabantse beken en de verschillende Rijn-Maas-Schelde riviertakken (Figuur 1.1).



**Figuur 1.1.** De Zuidwestelijke Delta, het mondingsgebied van de Rijn, Maas en Schelde.

## 2 Historische schets van de Zuidwestelijke Delta

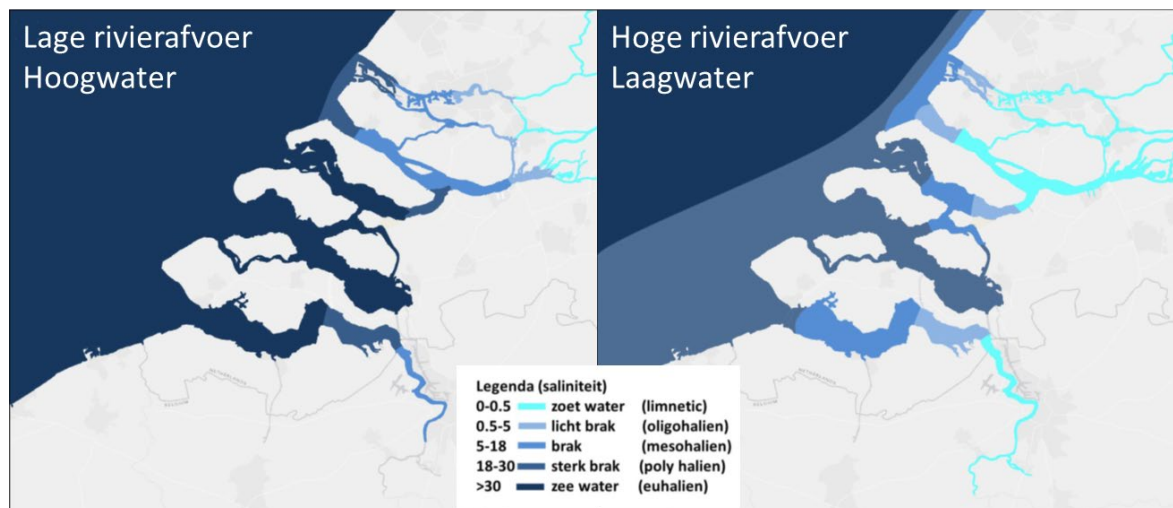
Historisch gezien was het mondingsgebied van de Rijn, Maas en Schelde één grote dynamische delta (figuur 2.1). Voor de 20<sup>e</sup> eeuw bepaalden voornamelijk inpolderingen de grootste veranderingen in de delta, maar bleef het open dynamische karakter van de Zuidwestelijke Delta bestaan. In het verleden was er ook een noord-zuid verbinding via krekens en geulen langs West-Brabant tussen de Schelde en de Maas-Rijn mondingen (zie rode kader in figuur 2.1). Door verdere inpolderingen werd de Oosterschelde van de Westerschelde afgesloten. De dynamiek in zoet-zout gradiënten was groot. Bij hoge rivierafvoer reikte de brakwaterpluim tot ver in de voordelta en kustzone van de Noordzee. Bij lage rivierafvoer kon het zoute water diep de delta binnendringen (figuur 2.2).



Historische kaart Zeeland begin 16e eeuw.

**Figuur 2.1** De Zuidwestelijke Delta als aaneengesloten open en zeer dynamische delta van de Rijn, Maas en Schelde in de vroege 16<sup>e</sup> eeuw. In historische tijden was er een verbinding tussen de Westerschelde en het meer noordelijke deel van de Zuidwestelijke Delta, waar het huidige Volkerak-Zoommeer is gesitueerd (zie rode gestippelde omkadering).

De Zuidwestelijke Delta kende een zeer gevarieerde en dynamische visgemeenschap van vissoorten die het gebied vooral als doortrekgebied gebruikten; de diadrome vis (trekvissen) die tussen zoete wateren in het achterland en open zee migreerden. De delta was een zeer belangrijke toegangspoort die de grote stroomgebieden van de Rijn, Maas en Schelde met de zee verbond. De stroomgebieden van deze rivieren herbergden grote populaties lange afstand trekvissen: twee soorten steuren (Europese steur *Acipenser sturio* en Atlantische steur *Acipenser oxyrinchus*), Atlantische zalm *Salmo salar*, zeeforel *Salmo trutta*, Noordzeehouting *Coregonus oxyrinchus*, elft *Alosa alosa*, fint *Alosa fallax*, aal *Anguilla anguilla*, zeeprik *Petromyzon marinus* en rivierprik *Lampetra fluviatilis*. Daarnaast maakten er ook grote aantallen meer lokale trekvissen zoals bot *Platichthys flesus*, spiering *Osmerus eperlanus* en driedoornige stekelbaars *Gasterosteus aculeatus* gebruik van de Zuidwestelijke Delta.



**Figuur 2.2** Dynamiek in zoet-zout gradiënten in de Zuidwestelijke Delta in de situatie van begin 20<sup>e</sup> eeuw (Tangelder et al. 2018).

De hoogproductieve estuariene wateren in de Zuidwestelijke Delta waren ook belangrijke opgroeigebieden voor estuariene residente soorten, die hun volledige levenscyclus in estuaria kunnen voltooien, en voor zoutwatersoorten die deze als kinderkamer gebruikten zoals haring en platvissoorten (Schaminee et al. 2019). Quak (2016) geeft een uitgebreide beschrijving van de visstand in het Haringvliet, Hollands Diep en Goereesche Gat tussen 1870-1970. Hij beschrijft dat veel van de lange afstand trekvisserij al sterk in aantal achteruit gegaan zijn door met name een sterk geïndustrialiseerde visserij in de eerste helft van de 20<sup>e</sup> eeuw, waarbij andere drukfactoren zoals habitatverlies en bovenstroomse migratie-barrières ook een rol speelden. In de loop van de 20<sup>e</sup> eeuw kwam daar ook een steeds grotere waterkwaliteitsproblematiek bij. Een deel van de trekvissoorten; beide steursoorten, zalm, elft en Noordzeehouting, is hierdoor rond het midden van de 20<sup>e</sup> eeuw verdwenen in de Zuidwestelijke Delta. Het verdwijnen van de fint als paaipopulatie in de 2e helft van de 20e eeuw is veroorzaakt door de verslechterende waterkwaliteit (vooral voor de Schelde paaipopulatie) en de Deltawerken (met name de sluiting van de Haringvliet in 1970 voor de Maas-Rijn paaipopulatie). Daarnaast zijn ook de aantallen zeeforel, zeeprink en rivierprink in deze periode sterk achteruitgegaan (de Groot 2002, Quak 2016).

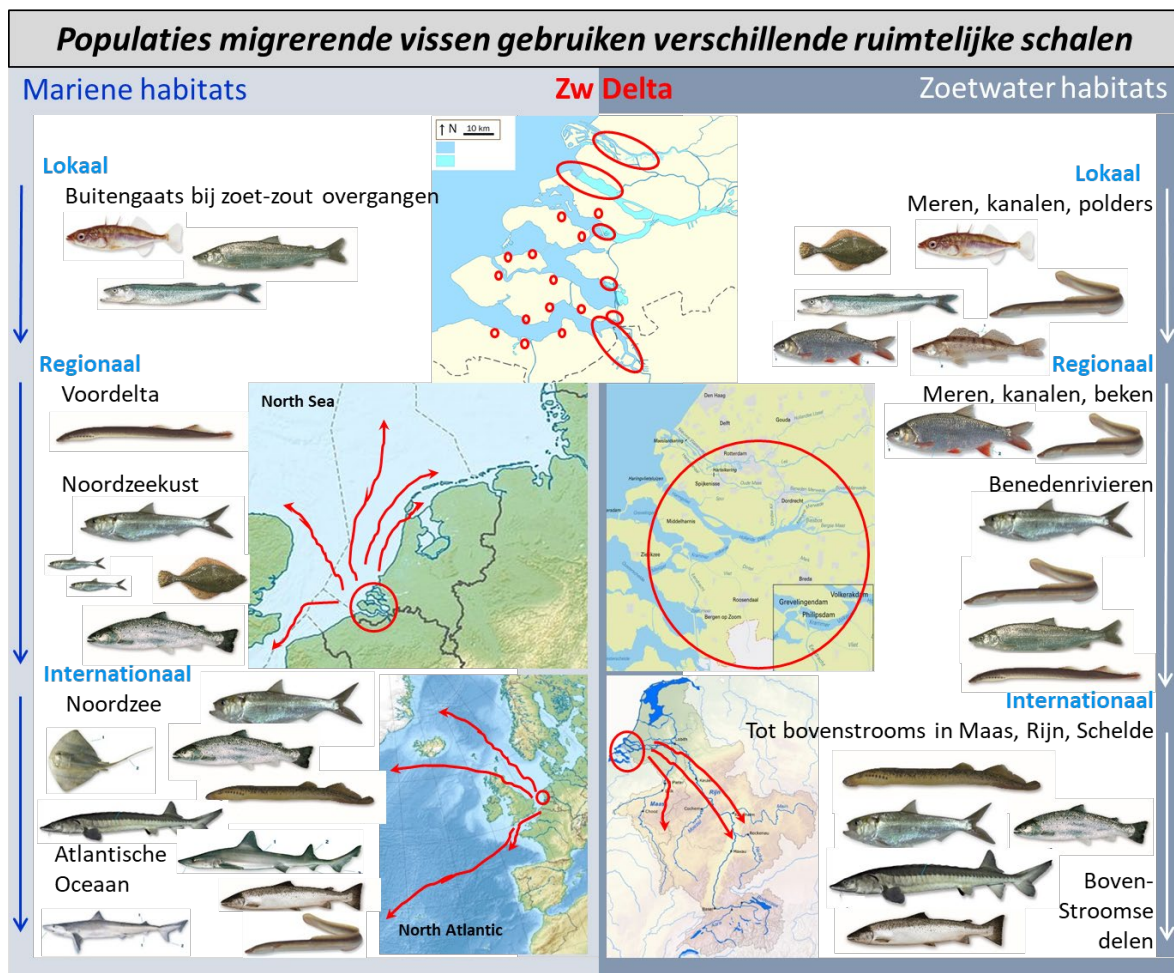
De deltatwerken hebben een grote invloed gehad op de versnippering van wateren in de Zuidwestelijke Delta en het areaal aan dynamisch estuariene hoogproductieve opgroeigebieden voor vele vissoorten is zeer sterk in omvang gereduceerd (Tangelder et al. 2017, Schaminee et al. 2019). De Westerschelde is altijd een open en dynamisch estuarium gebleven, maar door de zeer slechte waterkwaliteit in de 2<sup>e</sup> helft van de 20<sup>e</sup> eeuw zijn de visstanden teruggelopen en zijn een groot deel van de trekvisserij verdwenen (Vrielynck et al. 2003).

De afgelopen decennia zijn er veel maatregelen genomen om de waterkwaliteit en migratiemogelijkheden in de Zuidwestelijke Delta te verbeteren, zoals de aanleg van vispassages en het invoeren van aangepast sluisbeheer (bijvoorbeeld recentelijk het Kierbesluit). Voor een aantal trekvisserij is een terugkeer waargenomen, zoals voor fint en rivierprink in de Schelde (Stevens et al. 2011) en via herintroducties van de zalm, houting en recentelijker ook elft in de Rijn. De huidige Zuidwestelijke Delta is zeer sterk door de mens beïnvloed en een terugkeer naar de historische situatie is nu niet aan de orde. De historische situatie kan wel worden gebruikt als inspiratie en denkrichting (*benchmark of referentiepunt*) om de natuurlijke waarden en processen voor vis in de verschillende wateren binnen de Zuidwestelijke Delta te kunnen versterken.

### 3 Connectiviteit en leefgebieden voor vis in de Zuidwestelijke Delta

De Zuidwestelijke Delta is het gebied met daarin Zeeland, de Zuid-Hollandse eilanden en het westelijke deel van Noord-Brabant. Zee en rivieren komen hier samen. Het vroeger dynamische en open estuarium in de Zuidwestelijke Delta, is nu veranderd in een grote variatie van wateren van heel verschillende aard (zoet/zout/brak, stromend of stilstaand, open of afgesloten). De watersystemen in de Zuidwestelijke Delta zijn versnipperd en sterk door de mens beïnvloed.

De grote diversiteit in watertypen en de verbindingen tussen tal van deze wateren zorgen ook in de huidige situatie voor een rijke schakering van vissoorten uit verschillende groepen vis. Een breed spectrum aan soorten, variërend van zoutwatersoorten, zoetwatersoorten, estuarien residente soorten en trekvissoorten maken gebruik van de Zuidwestelijke Delta. De rol die de Zuidwestelijke Delta speelt in hun levenscyclus, en op welke ruimtelijke schaal deze plaats vindt varieert sterk van soort tot soort (Figuur 3.1).



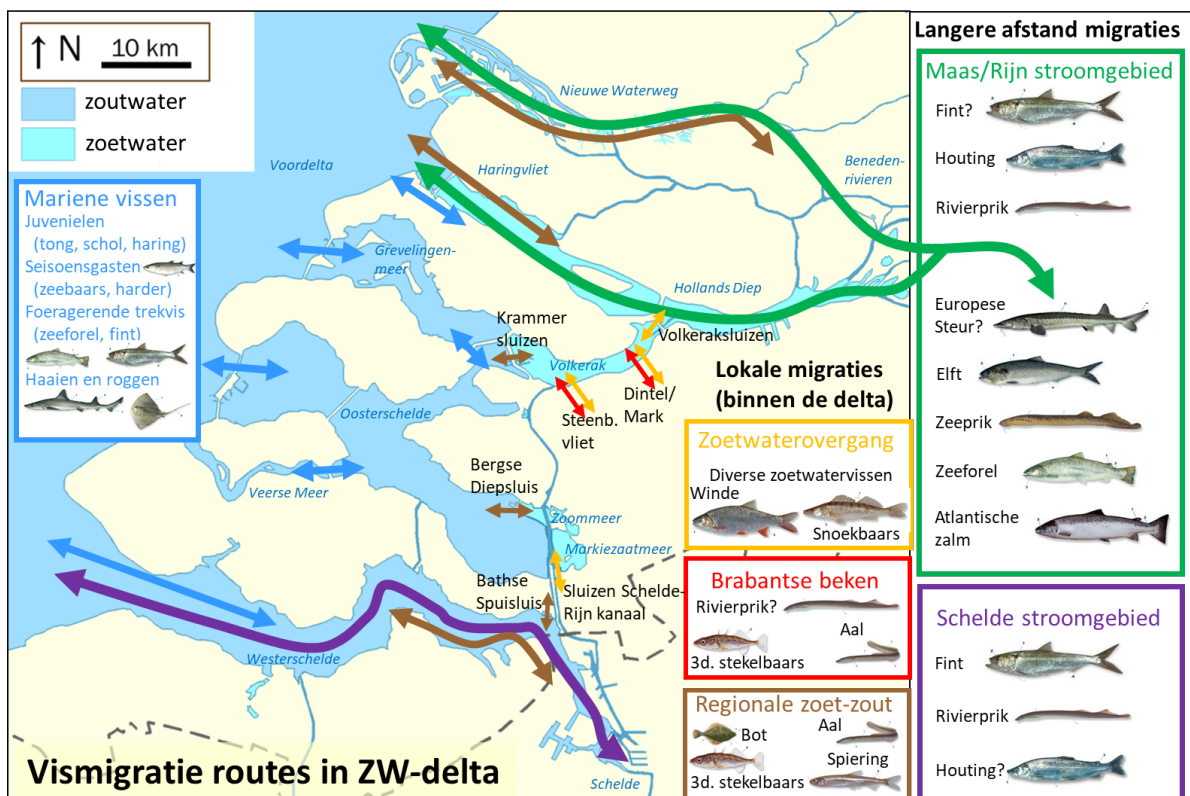
**Figuur 3.1.** Overzicht van de verschillende trekvissoorten die van de Zuidwestelijke Delta gebruik maken. In dit schema is de variatie aan ruimtelijke schalen die de verschillende migrerende vissoorten benutten tijdens zowel de zeefase (links) als de zoetwaterfase (rechts) weergegeven. De ruimtelijke schalen lopen uiteen van kleinschalig (lokaal, bovenste deel) tot grootschalig (internationaal, onderste deel).

Sommige residente vissoorten voltooien hun gehele levenscyclus in een beperkt leefgebied binnen een enkel water in de Zuidwestelijke Delta. Voor de migrerende vissoorten varieert de ruimtelijke schaal van lokaal rondom zoet-zout overgangen, tot meer regionaal in verschillende wateren binnen de Delta tot internationaal, waarbij vissoorten migreren tot honderden km diep in de bovenlopen van de rivieren in het achterland (zalm, zeeforel, zeeprík), en tot duizenden km ver op open zee of Atlantische Oceaan tot aan Groenland (zalm), de Sargassozee (aal) of de Golf van Biskaje (gevlekte gladde haai) (Figuur 3.1).

**Hiermee vervult de Zuidwestelijke Delta een belangrijke rol als swimway voor tal van vispopulaties die zowel de wateren binnen de Zuidwestelijke Delta als wateren ver daar buiten nodig hebben om hun levenscyclus te voltooien.**

Als we in meer inzoomen op de verbindingen in de Zuidwestelijke Delta, en door welke migrerende vissoorten of visgroepen deze gebruikt worden, kunnen we verschillende migratie routes onderscheiden (Figuur 3.2). Hierbij kunnen we onderscheid maken tussen migratieroutes tussen:

- 1) De mondingen van de stroomgebieden van de Maas en de Rijn en de Noordzee, via de zoet-zout overgangen in de Nieuwe Waterweg en Haringvliet. Deze vormen het *noordelijke deel van de Zuidwestelijke Delta*.
- 2) De monding van het stroomgebied van de Schelde en de Noordzee, via het open estuarium Westerschelde. Deze vormen het *zuidelijke deel van de Zuidwestelijke Delta*.
- 3) Verschillende zoute (Voordelta, Grevelingenmeer, Oosterschelde), brakke (Veerse Meer, Markiezaatmeer, polderwateren) en zoete wateren (Volkerak-Zoommeer, Brabantse beken, polderwateren). Deze vormen het *centrale deel van de Zuidwestelijke Delta* en onderscheidt zich van het noordelijke en zuidelijke deel in het feit dat hier vrijwel geen zoetwater via de zeearmen naar de Noordzee wordt afgevoerd. Via het Volkerak-Zoommeer loopt een dwarsverbinding tussen het noordelijke en zuidelijke deel van de delta.



**Figuur 3.2** Huidige connectiviteit tussen de verschillende watersystemen en stroomgebieden in de Zuidwestelijke Delta (pijlen); er is onderscheid gemaakt tussen migraties op verschillende ruimtelijke schalen (lokale, regionale en lange afstand). De kleuren van de pijlen corresponderen met de vissoorten in de gekleurde kaders). Daarnaast zijn er ook nog tal van kleine zoet-zout overgangen tussen Rijkswateren en polders in de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden die niet individueel zijn aangegeven in deze kaart (uitgebreid en aangepast naar Tangelder et al. 2020 en Winter et al. 2020).

De aard en het type van de verbindingen tussen de diverse wateren in de Zuidwestelijke Delta lopen sterk uiteen. Een aantal verbindingen zijn open, zoals de Nieuwe waterweg en de Westerschelde-Benedenschelde. Hier is vrije vismigratie mogelijk door een open verbinding met de Noordzee. De meeste verbindingen bestaan uit waterstaatkundige kunstwerken; een stormvloedkering, spuisluizen, doorlaatwerken, scheepsluizen, gemalen, stuwen en vispassages. Op een aantal locaties zijn complexen met meerdere kunstwerken aanwezig. In welke mate vissen deze kunstwerken kunnen passeren hangt af van tal van factoren, zoals het type kunstwerk, het gevoerde waterbeheer, abiotische condities (stroming, saliniteit gradiënten, temperatuur) en eventuele versturende factoren (geluid, licht, waterkwaliteit). Ook het gedrag, de motivatie van vis, alsmede levensstadium en zwemcapaciteiten kunnen sterk verschillen tussen de diverse vissoorten en bepalen in welke mate vis kunstwerken kan en wil passeren. Hierbij zijn nog veel kennisleemtes (zie Winter et al. 2020 voor een overzicht). Vaak worden de vissoorten en levensstadia ingedeeld in twee categorieën: zwakke zwemmers, die slechts geringe tegenstroom (tot maximaal ca. 0.5 m/s) kunnen overwinnen en 'sterke zwemmers' die ook tegen grotere stroomsnelheden in kunnen zwemmen. Figuur 3.3 geeft de passeerbaarheid voor slechte en sterke zwemmers van de verbindingen tussen de grotere (rijks)wateren in de Zuidwestelijke Delta.

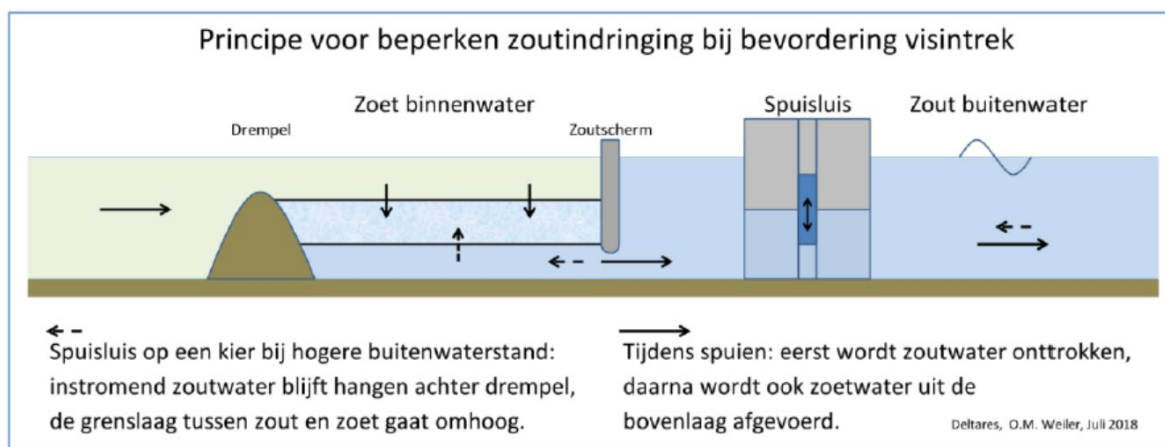


**Figuur 3.3** Passeerbaarheid van verbindingen voor trekvis, onderverdeeld in sterke en zwakke zwemmers. De blokken geven de belangrijkste knooppunten, vaak met waterstaatkundige kunstwerken, tussen de verschillende (rijks)wateren in de Zuidwestelijke Delta aan. De blokken voor de bovenlopen van de Dintel/Mark en Steenbergse Vliet staan voor meerdere stuwen (verder uitgebreid en aangepast naar Mulder et al. 2020). De kleinere zoet-zout overgangen tussen rijkswateren en polderwateren zijn niet in deze kaart weergegeven (zie hiervoor Figuur 4.1.4).

Om de vismigratie in de Zuidwestelijke Delta te verbeteren zijn een aantal maatregelen genomen, in het kader van de KRW en de ecologische hoofdstructuur, zoals het Kierbesluit voor de Haringvlietssluis waar via lerend implementeren de komende jaren de vismigratiemogelijkheden verder zal worden geoptimaliseerd (Griffioen et al. 2017, Winter et al. 2020) en bij een aantal lokale gemalen en spuisluizen. Ook maatregelen die zijn getroffen om de waterkwaliteit in wateren te verbeteren, zoals het beheer van de getijdorlaatwerken in de Zandkreekdam en de Brouwersdam hebben de mogelijkheden voor vismigratie aanmerkelijk verbeterd. Verbindingen die tweezijdig stromen volgens het ritme van het getij, sluiten doorgaans zeer goed aan bij de timing van het natuurlijke migratiegedrag van vis.

De grootste beperkingen in connectiviteit in wateren in de Zuidwestelijke Delta liggen in de verbindingen waar alleen scheepsluizen aanwezig zijn, met name rondom het Volkerak-Zoommeer (figuur 3.3). Dit

watersysteem is verbonden met scheepsluizen naar het Hollands Diep (via de Volkeraksluizen), Oosterschelde (via de Krammersluizen en de Bergse Diepsluis), de Schelde (via de scheepsluizen in het Schelde-Rijn kanaal richting Antwerpen) en met een spuisluis in het spuikanaal naar de Westerschelde (via de Bathse Spuisluis) (Dubbeldam & Broekhoven 2014). Al deze sluissystemen bieden momenteel slechts beperkte mogelijkheden voor vismigratie. De Bathse Spuisluis voert het zoete water waarmee het Volkerak-Zoommeer wordt doorgespoeld af naar de Westerschelde. De dichtheden in de Westerschelde aan migrerende vissoorten, zoals glasaal en driedoornige stekelbaars is relatief hoog. Deze worden gelokt door het zoete water dat via de sluis in de Westerschelde uitkomt. Sinds 2017 voert Rijkswaterstaat aangepast beheer van de Bathse Spuisluis uit om de vismigratie-mogelijkheden te verbeteren. Twee keer per dag worden een waakdeur en schuif in de spuisluis opengezet gedurende circa 10 minuten, om te voorkomen dat er te veel zout water het Zoommeer instroomt. De doorgang is 9 m<sup>2</sup>, en er wordt daardoor ondanks de korte duur een redelijk groot volume water ingelaten. Vis gebruikt deze mogelijkheid, maar hoe effectief deze is ten opzichte van het aanbod van vissen aan de Westerscheldezijde is nog onbekend. Rijkswaterstaat heeft in het kader voor de derde tranche voor de KRW een uitvoeringsmaatregel 'Optimalisatie Bathse spuisluis en Volkeraksluizen' in voorbereiding. Deltares heeft voorstellen voor een ontwerp met een drempel ontwikkeld waarbij er middels een verruimd kier-regime alternerend (minder) water worden ingelaten en (meer) zoetwater worden uitgelaten gedurende de getijcyclus (Figuur 3.4). (Deltares, 2019). Als de waterverdeling in de toekomst gaat veranderen en de spuicapaciteit vermindert of als wordt besloten zout water het Volkerak-Zoommeer in te laten, kunnen knelpunten en trekroutes verschuiven.



**Figuur 3.4** Ontwerp van een mogelijk verruimd spuiregime bij de Bathse Spuisluis waarbij via een kier ook water wordt binnengelaten zonder dat dit tot extra zoutindringing leidt. Uit: Deltares 2019.

De Brabantse beken die in het Volkerak uitkomen zijn bij de mondingen goed passeerbaar. Deze mondingen zijn afsluitbaar, maar staan in principe permanent open. Alleen in tijden met blauwalgengroei in het Volkerak worden deze soms tijdelijk dichtgezet (informatie Waterschap Brabantse Delta). In de bovenlopen van deze beken zijn een deel van de stuwen voorzien van vispassages en worden een aantal knelpunten in de komende jaren nog voorzien van een vispassage of via hermeandering van de beeklopen toegankelijk gemaakt.

De connectiviteit naar de vele Zeeuwse en Zuid-Hollandse polders bestaat uit vele, meestal kleine, zoet-zoutovergangen met vrijwel altijd een gemaal en soms ook een kleine spuisluis of schutsluis. Deze worden in toenemende mate passeerbaar gemaakt voor intrekende vis. Zo wil Waterschap Scheldestromen in samenwerking met Rijkswaterstaat in 2026 in totaal 60% van de overgangen vispasseerbaar hebben gemaakt (de Wilt 2015). De regionale connectiviteit, zowel de stand van zaken, als de eigenschappen van elk knooppunt (type kunstwerken, vispassages) van Rijkswater naar polderachterland (tot op peilvak-niveau) en kanaal- en beeksystemen zijn goed in kaart gebracht in de nationale database en GIS systeem van de Nationale Visroutekaart (zie Bijlage 1). De update en doorontwikkeling van de Nationale Visroutekaart is eveneens één van de onderzoeksmaatregelen van Rijkswaterstaat (WVL) voor de derde tranche KRW.

Verbindingen werken uiteraard alleen goed voor vismigratie als er ook iets te verbinden is. De kwaliteit en omvang van de leefgebieden en de kwaliteit van de verbindingen te samen bepalen welke populaties

en in welke omvang er kunnen leven (de ruimtelijke draagkracht voor vispopulaties). In Tabel 3.1 is een samenvattend overzicht van de connectiviteit in relatie tot de habitatkwaliteit, visgemeenschappen en rol van de verschillende wateren in de Zuidwestelijke Delta voor vis weergegeven.

**Tabel 3.1.** Samenvattend overzicht van de connectiviteit in relatie tot de habitatkwaliteit, visgemeenschappen en rol voor migrerende vis van de verschillende wateren in de Zuidwestelijke Delta.

	Connectiviteit	Kenschets habitat kwaliteit	Kenschets visgemeenschap	Bronnen
<b>Nieuwe Waterweg</b>	Open verbinding tussen de grote stroomgebieden van de Rijn en de Maas met de Noordzee. Alle vissoorten kunnen vrij passeren	Zeer sterk door de mens beïnvloede waterweg met grote stromings- en zoet-zout dynamiek en veel scheepvaart	Zeer soortenrijk omdat zowel zoutwater-, zoetwater als trekvis hier (tijdelijk) voorkomen danwel doortrekken	1
<b>Haringvliet</b>	Periodiek elk tij gedeeltelijk open voor intrek, gesloten bij zeer lage rivierafvoer (Kierbesluit), komende jaren optimalisatie via lerend implementeren. Intrek-efficiëntie per vissoort is nog onbekend.	Zoetwatermeer met sterk wisselende rivierafvoer vanuit de Rijn en Maas. Na Kierbesluit ontstaat ten westen van Tiengemet een gradient van zoet naar brak. Bij zeer lage rivierafvoer periodiek volledig zoet.	Grote rol als doortrek en opgroeigebied voor trekvis. Leefgebied voor met name zoetwatervis, sinds 2019 toename in brakwatersoorten als grondels door Kierbesluit.	1, 2, 3, 4, 5
<b>Grevelingen</b>	Open verbinding in Brouwers-dam met de Noordzee sinds 1978 tijdens de winter, sinds 1996 jaarrond. Tweezijdige spuiverbinding tussen Oosterschelde en Grevelingenmeer (is getijdencentrale gepland) via de Flakkeese Spuisluis. Deze is sinds 2018 tijdelijk dicht. Beperkte verbinding via de Grevelingensluis.	Stagnant zout meer waar getijdeslag vrijwel is verdwenen, met zuurstof-problematiek in de diepere delen door stratificatie. Terugkeer van een beperkte getijdeslag tot max. 40 cm wordt voorzien. Getij komt de waterkwaliteit en habitat dynamiek ten goede.	Soortendiversiteit en visbiomassa is teruggelopen, mede door ontbreken aan dynamiek en periodiek slechte waterkwaliteit. Terugkeer van gedempt getij zal ook de visstand gunstig beïnvloeden.	1, 6, 7
<b>Oosterschelde</b>	Open verbinding met de Noordzee via de stormvloedkering, alleen gesloten bij extreem hoogwater. Alle vissoorten kunnen vrij passeren. Tweezijdige spuiverbinding tussen Oosterschelde en Grevelingenmeer (is ook een getijdencentrale in gepland) via de Flakkeese Spuisluis. Deze is sinds 2018 tijdelijk dicht. Beperkte verbinding met Zoommeer via Bergsediepsluis.	Dynamische zoute zeearm met getijden (iets minder getijdeslag dan voor de bouw van de stormvloed-kering) en een grote habitatdiversiteit. Veel hard substraat langs de oevers, mosselpercelen, oesterbanken en droogvallende platen. Goede waterkwaliteit. Weinig tot geen instromend zoeter water.	Soortenrijk aan zoutwater vissoorten. Vervult rol als geboorte en opgroeigebied van pups van gevlekte gladde haai, ruwe haai en pijlstaartrog. De doortrek van trekvis is beperkt door het ontbreken van een instroom van zoetwater. Voorkomen betreft m.n. kleine trekvis als glasaal, driedoornige stekelbaars en bot.	8, 9
<b>Veerse Meer</b>	Eenzijdige meest open verbinding met de Oosterschelde waar beperkte getijdenstroming in en uit het meer loopt	Kunstmatig brakwatermeer met variërende zoutgehalten. Door grotere wateruitwisseling zijn stratificatie problemen voorbij	geringe soortendiversiteit (brakwater en zoutwater vissoorten met grote zout-tolerantie)	1
<b>Westerschelde</b>	Open verbinding tussen het stroomgebied Schelde en de Noordzee. Alle vissoorten kunnen vrij passeren. Tot Gent is de Schelde optrekbaar, bovenstroomse delen van de Schelde zijn nog gefragmenteerd met veel barrières	Zeer dynamisch estuarium met grote getijdeverschillen en sterke zoet-zout dynamiek. Areaal opgroeigebied vermindert, recentelijk via plaatselijke ontpollering weer uitgebreid. Veel menselijke activiteit (scheepvaart, baggeren). Waterkwaliteit is verbeterd.	Soortenrijke visgemeenschap, waarbij de totale visbiomassa geringer is dan in eerste helft van 20e eeuw. Fint is als paipopulatie teruggekeerd in de 21e eeuw. Lange afstand migranten komen niet of slechts beperkt voor (rivierprik).	1, 10
<b>Volkerak-Zoommeer</b>	Verbonden met scheepsluizen naar Hollands Diep (Volkeraksluizen), Grevelingen (Krammersluizen), Oosterschelde (Bergse Diepsluis), Schelde (sluizen kanaal richting Antwerpen) en spuisluis naar Westerschelde (Bathse Spuisluis). Al deze sluisystemen bieden beperkte mogelijkheden voor vismigratie	Zoetwatermeer met een toename in het doorzicht van 1.3m in 2008 naar 2.4m in 2016 (o.a. door de opkomst van zoetwatermosselen). Er is een debat geweest of het Volkerak-Zoommeer zouter kon worden, maar er is gekozen dat het in de nabije toekomst nog zoet blijft.	Relatief soortenrijke vissoorten gemeenschap (28 soorten in 2017), waarbij de visbiomassa sinds 2008 een neergegaande trend vertoont. Het aandeel aan trekvis is momenteel relatief gering ten opzichte van zoetwater vissoorten.	1, 11, 12, 13, 14, 15, 16
<b>Markiezaatmeer</b>	Afgesloten van het Zoommeer. Geen vismigratie mogelijk in beide richtingen.	Lichtbrak voedselrijk troebel algenrijk meer. Door netto inzijing is er ook vrijwel geen afvoer vanuit het meer	Beperkte soortenrijkdom, met hoge visbiomassa. Grote palingstand (door uitzetting).	17
<b>West-Brabantse beken</b>	De benedenlopen zijn vrijwel permanent open voor vrije vismigratie. In de bovenlopen zijn vispassages aangelegd en komen nog meer vispassages.	Grotendeels gekanaliseerde beeklopen, waarbij in de bovenlopen hermeandering-projecten in gang zijn gezet.	Zoetwatervis, waaronder migrerende soorten als winde, aal en driedoornige stekelbaars	18, 19
<b>Zuid-Hollandse en Zeeuwse Polderwateren</b>	Vele kleine zoet-zout overgangen met vrijwel altijd een gemaal, soms ook een spuisluis. Deze overgangen worden in toenemende mate passeerbaar gemaakt voor intrek van vis	Sterk gefragmenteerde wateren door dijken en gedifferentieerd peilbeheer. Veelal lichtbrak tot brak door zoute kwel en vaak zeer eutrofe en troebele algenrijke wateren.	Veelal lage soortendiversiteit: zoetwatervis met grotere zouttolerantie aangevuld met brakwatersoorten en trekvis als driedoornige stekelbaars en aal	20



Bronnen: 1) van Rijssel et al. 2020; 2) Hop 2016; 3) Griffioen et al. 2017; 4) Winter et al. 2020; 5) Ploegaert et al. 2017; 6) Hop 2017; 7) Tangelder et al. 2019; 8) Breve et al. 2018; 9) Breve et al. 2020; 10) Stevens et al. 2011; 11) Dubbeldam & Broekhoven 2014; 12) Mies & Giels 2017; 13) Mulder et al. 2020; 14) Ploegaert et al 2019; 15) Tangelder et al. 2017; 16) Tangelder et al. 2020; 17) Cusell 2016; 18) Beers 2011; 19) Beers 2014; 20) de Wilt 2015; Daarnaast is gebruik gemaakt van online systeemrapportages op: [https://www.deltaexpertise.nl/wiki/index.php/ZWD\\_De\\_Zuidwestelijke\\_Delta\\_VN](https://www.deltaexpertise.nl/wiki/index.php/ZWD_De_Zuidwestelijke_Delta_VN).

In een aantal wateren is de ecologische kwaliteit nog voor verbetering vatbaar. In de Grevelingen treden regelmatig zuurstofproblemen in de diepere waterlagen op door stratificatie. Het Volkerak-Zoommeer kent nog regelmatig perioden met blauwalgengroei. De waterkwaliteit en met name de zuurstofhuishouding van de Schelde en Westerschelde is de afgelopen decennia sterk verbeterd (Stevens et al. 2011). Waar in het stroomgebied van de Schelde en Westerschelde nog volop estuariene dynamiek aanwezig is, is deze uit de delta van de Maas en Rijn nagenoeg verdwenen (Tangelder et al. 2020). Ook de getijdendynamiek verschilt flink tussen de diverse voormalige zeearmen.

In het stroomgebied van de Oosterschelde en Westerschelde wordt recentelijk ook ingezet op meer migratie binnen zeearmen, estuaria en opgroei-habitats in kwelders (in Zeeland meestal schorren en in Zuid-Holland gorzen genoemd) of in ontpolderde deelsystemen. Recent onderzoek liet zien dat de locatie en de ontwikkelingsfase van deze aangelegde kwelders bepalend lijken voor de functie die ze kunnen vervullen (Mulder & Tulp 2020). Zo is de aangelegde kwelder Rammegors in de Oosterschelde sterk begroeid met kweldervegetatie waardoor het gebied bescherming biedt aan jonge vis zoals harder en grondels. De nieuwe kwelder Perkpolder in de Westerschelde bestaat voornamelijk uit slik, en de kwelder loopt bij laagwater vrijwel helemaal leeg. Grotere soorten zoals zeebaars en harder zwemt met het getij in en uit de geulen, en gebruikt het gebied voornamelijk om te foerageren. In poeltjes blijven juveniele grondels achter, wat aangeeft dat deze soort het gebied gebruikt als opgroeigebied. De resultaten in Rammegors en Perkpolder geven aan dat (jonge) vis deze kwelders al snel weten te vinden terwijl de gebieden nog volop in ontwikkeling zijn.



*Nieuw schorregebied Rammegors in de Oosterschelde (foto Jeroen van Dalen)*

---

# 4 Kansen voor vis in de Zuidwestelijke Delta

In dit hoofdstuk wordt voor de verschillende soortengroepen besproken wat de rol van de Zuidwestelijke Delta is voor verschillende populaties en waar er kansen zijn voor verbetering (welke maatregelen) of waar zich nog knelpunten voordoen. De soortengroepen zijn ingedeeld conform de volgende ecologische visgilden: diadrome soorten, estuarien residente soorten, mariene juvenielen, mariene seizoensgasten, mariene gasten en zoetwatersoorten. Binnen elk van deze groepen wordt een breder spectrum soorten beknopter besproken en daarnaast worden enkele voorbeeldsoorten, waarvoor de Zuidwestelijke Delta een specifieke rol vervult, verder uitgelicht. De ontwikkelingen en kansen voor vissoorten in het noordelijke deel van de Zuidwestelijke Delta (de benedenstroomse delen van de Maas en Rijn en met name het Haringvliet) zijn in andere (desk)studies al uitgebreid beschouwd, waarbij het hele spectrum aan sterke en zwakke zwemmers betere intrekmogelijkheden krijgt, maar waarbij de estuariene dynamiek min of meer hetzelfde blijft (o.a. Hop 2016, Griffioen *et al.* 2017, Winter *et al.* 2020). De Westerschelde is nog een open en dynamisch estuarium, waar veel vissoorten, zoals fint, een duidelijk herstel vertonen (Stevens *et al.* 2011, van Rijssel *et al.* 2020). In dit hoofdstuk is daardoor juist iets meer de focus op de verschillende wateren in het centrale deel van de Zuidwestelijke Delta gelegd.

## 4.1 Diadrome soorten

We kunnen de diadrome soorten (trekvisen) met het oog op natuurbeheer en -beleid verdelen in twee groepen; soorten die als N2000 soort in het beleid zijn opgenomen en soorten die een belangrijke rol spelen in het voedselweb waarvan andere N2000 soorten kunnen profiteren zoals visetende vogels en (zee)zoogdieren (zie ook Bijlage 2). De Europese steur en Noordzeehouting behoren wereldwijd tot de meest bedreigde diadrome vissoorten. Voor beide soorten zijn in Nederland (nog) geen N2000 gebieden aangewezen. De Noordzeehouting komt na een succesvol herintroductieprogramma inmiddels in veel Nederlandse wateren voor (zie inzet in Figuur 4.1.1) en de landelijke ontwikkelingen worden wel door Nederland gerapporteerd in kader van de EU habitatrichtlijn. De Europese Steur komt nog slechts met enkele gezenderde exemplaren voor in Nederlandse wateren binnen onderzoeken naar de haalbaarheid van een herintroductieprogramma (Visser *et al.* 2020).

### **Grotere diadrome vissoorten (sterke zwemmers)**

Diadrome vissoorten die van belang zijn binnen de soortenbescherming zijn: Atlantische zalm, zeeforel (Atlantische forel), elft, fint, Noordzeehouting, zeeprík, rivierprík, Europese steur en Atlantische steur. Al deze soorten waren in historische tijden veel talrijker, waarbij de zalm, elft, Noordzeehouting, en beide steursoorten in de loop van de 19<sup>e</sup> en 20<sup>e</sup> eeuw zijn uitgestorven in de Zuidwestelijke Delta (de Groot 2002, Visser *et al.* 2020). De fint is als paaipopulatie verdwenen in de Benedenrivieren nadat de Haringvlietdam in 1970 is aangelegd en is uit de Schelde verdwenen door met name de slechte zuurstofhuishouding in het verleden (de Groot 2002, Stevens *et al.* 2010). Recentelijk zijn er aanwijzingen dat wellicht ook in de Rijntakken paai plaatsvindt van fint (Moonen & van Emmerik 2018)

Zalm, elft, fint, Noordzeehouting en steuren keren terug naar hun geboorterivier om te paaien (*homing*), en hebben riviereigen populaties. Tijdens de mariene fase komen ze gemengd voor met populaties afkomstig uit andere riviersystemen. Omdat zeeprík en rivierprík geen *homing* naar hun geboorterivier vertonen zijn deze weliswaar sterk in aantal achteruitgegaan maar nooit verdwenen uit de Zuidwestelijke Delta. De Atlantische forel, waarvan zeeforel de migrerende individuen binnen een populatie uitmaken, konden zich als beekforel (individuen die standvis blijven) handhaven in de bovenlopen van de Maas en Rijn. Door deze bronpopulaties zijn er altijd zeeforellen aanwezig geweest in de Zuidwestelijke Delta.

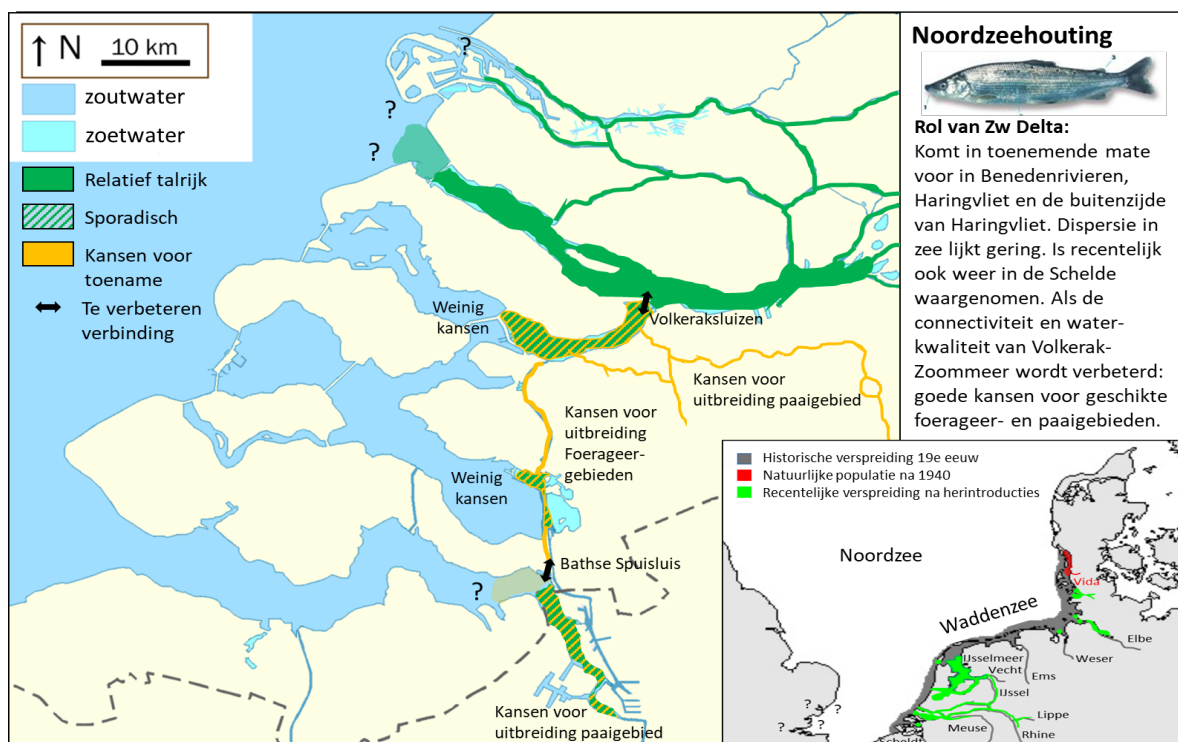
Sinds de jaren '80 en '90 is de waterkwaliteit in zowel de Maas, Rijn en later ook de Schelde sterk verbeterd en zijn er veel maatregelen uitgevoerd om migratie-barrières passeerbaar te maken en

habitatherstel en verbeteringen door te voeren. In het stroomgebied van de Rijn zijn sinds de jaren '90 achtereenvolgens de Atlantische zalm, Noordzeehouting en elft via herintroductieprogramma's weer teruggebracht in het stroomgebied van de Rijn. De zalmpopulatie is nog steeds afhankelijk van uitzettingen omdat de cumulatieve sterfte gedurende de levenscyclus nog te hoog is (van Rijssel *et al.* 2019). De herintroductie van de Noordzeehouting is zeer succesvol geweest en uitzettingen zijn gestopt in 2006 toen bleek dat er op grote schaal natuurlijke paai plaatsvond (Borcherding *et al.* 2010, Winter 2017). Voor de in 2008 gestarte herintroductie van de elft is het nu nog niet duidelijk of deze succesvol gaat zijn. Voor de Europese steur wordt onderzocht of een eventuele toekomstige herintroductie kansrijk zou kunnen zijn (Visser *et al.* 2020). Voor de kansen in de centrale Zuidwestelijke Delta lichten we de Noordzeehouting, zeeforel en rivierprik hieronder verder uit:

### Noordzeehouting

De Noordzeehouting heeft zich na de succesvolle herintroductie in het stroomgebied van de Rijn verder uitgebreid in zowel aantal als in verspreidingsgebied. Na de Rijn-takken en het IJsselmeergebied is ook de Maas weer geherkoloniseerd en recentelijk zijn paaimigraties vastgesteld op de Overijsselse Vecht. De soort is ook aanwezig in de Westeinderplassen en recentelijk opgedoken in het Lauwersmeer. In 2014 is de eerste houting weer in de Schelde opgedoken. De houting is niet heel kieskeurig wat paaisubstraat en -habitat betreft (zowel dood plantaardig als hard substraat kan worden gebruikt om de eieren af te zetten) en ze kunnen ook kleine stromende wateren en beken benutten om te paaien (zoals in Denemarken). Uit onderzoek in het IJsselmeergebied bleek dat slechts een deel naar zoutere wateren trekt en een deel zijn levenscyclus in zoetwater volbrengt (Borcherding *et al.* 2008). Hierdoor lijkt het Volkerak-Zoommeer met de daarin uitstromende West-Brabantse beken zoals Steenbergse Vliet en Dintel/Mark een geschikt gebied te zijn om ook een lokale houting populatie op te bouwen. Een betere connectiviteit tussen Hollands Diep en Volkerak (bij de Volkeraksluizen) kan hierbij helpen, evenals een betere verbinding van het Zoommeer met de Westerschelde (via de Bathse Spuisluis). Omdat Noordzeehouting niet ver de zee optrekt vanuit riviermondingen, en minder voorkeur lijkt te hebben voor volledig zout water, vormen de Oosterschelde en Grevelingen naar verwachting geen geschikt groeihabitat en een betere connectiviteit bij de Bergse Diepsluis en de Krammersluizen zal naar onze inschatting weinig toevoegen voor Noordzeehouting (figuur 4.1.1).

*Voor Noordzeehouting liggen er dus kansen als de Volkeraksluizen en Bathse Spuisluis beter passeerbaar worden gemaakt, de waterkwaliteit in het Volkerak-Zoommeer verbetert en de Brabantse beken zouden wellicht geschikt zijn als paaigebied.*



**Figuur 4.1.1** Kanskaart voor Noordzeehouting in de Zuidwestelijke Delta. In de inzet rechtsonder is het volledige verspreidingsgebied van de Noordzeehouting weergegeven (Winter 2017).

### Zeeforel (Atlantische forel)

In de bovenlopen van de Rijn en Maas bestaan bronpopulaties Atlantische forel, waarvan sommige individuen zich ontwikkelen tot zeeforel en na 1-2 jaar als jonge forel naar zee trekken en een metamorfose doormaken om dit fysiologisch mogelijk te maken ('smolt'). In de Schelde is geen bronpopulatie aanwezig, maar worden wel sporadisch zeeforellen waargenomen. Tijdens hun mariene fase foerageren de zeeforellen langs kusten, estuaria en mondingen van rivieren en kunnen hierbij ook in andere zoete wateren opduiken dan hun geboorterivier. Overwintering vindt vaak plaats in estuaria of riviermondingen. Zeeforel komt relatief veel voor in de verschillende Maas- en Rijntakken en het Benedenrivierengebied, voornamelijk tijdens de migratie van en naar paai- en opgroeiplaatsen, maar ook om te foerageren. Langs de Noordzeekust komt de zeeforel ook relatief vaak voor. In de overige wateren van de Zuidwestelijke Delta wordt de zeeforel sporadisch of in klein aantal aangetroffen (Figuur 4.1.2). De zeearmen Oosterschelde en Grevelingen kunnen nu met name alleen vanuit de Noordzee worden ingezwommen. Wanneer de connectiviteit langs de verschillende sluizen rondom het Volkerak-Zoommeer beter passeerbaar worden is het mogelijk dat de wateren in de Zuidwestelijke Delta een meer integraal onderdeel gaan uitmaken van het kustfoerageergebied van zeeforel. De zeeforel foerageert intensief en migreert langs de kusten en delta's en is daardoor kwetsbaar voor bijvangst in verschillende vormen van visserij, zoals staand want en fuikvisserijen en vangst door sportvisserij.

*Kansen voor zeeforel in de Zuidwestelijke Delta zijn dus het beter passeerbaar maken van de sluizen van het VZM waardoor meer zeeforel gaat foerageren in de Oosterschelde, het Grevelingenmeer en de Westerschelde. Aandachtspunt hierbij is het tegengaan van bijvangst.*



**Figuur 4.1.2** Kansenkaart voor zeeforel in de Zuidwestelijke Delta.

### Rivierprik

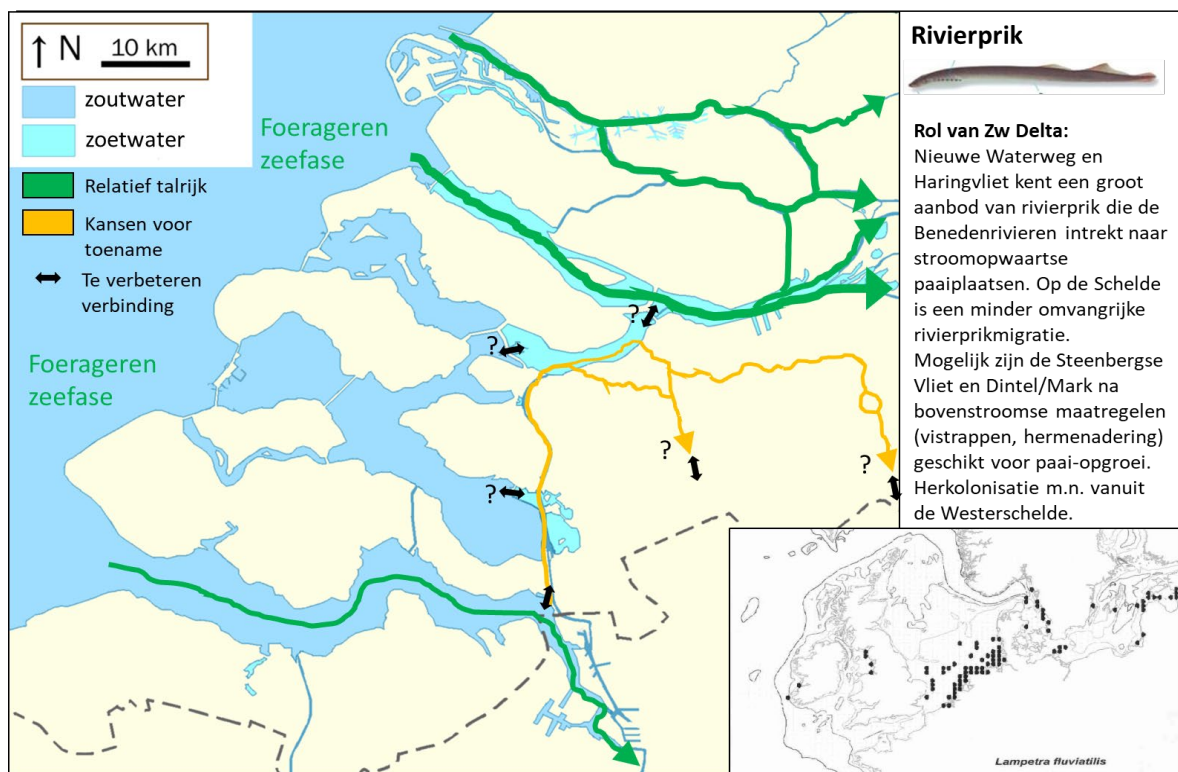
De rivierprik komt in relatief grote aantallen voor aan de buitenzijde van het Haringvliet en Nieuwe Waterweg. Welk deel hiervan de Maas- en Rijntakken opzweemt is onbekend (minimaal 100.000en, Bijlsma *et al.* 2019). In de Schelde vind ook migratie van rivierprik plaats, maar hier is deze minder talrijk dan in de Rijn-Maas. De tussenliggende wateren spelen voor rivierprik in de huidige situatie nauwelijks een rol; deze soort wordt hier sporadisch of in kleine aantallen aangetroffen. De prikjarven (*ammocoeten*) leven 3-5 jaar ingegraven in slibrijke delen van zoete stromende wateren als filterfeeder alvorens een metamorfose door te maken en naar zee te migreren. Tijdens de zeefase leven ze als parasiet op vissen of prederen ze op kleine pelagische vis en groeien ze in twee jaar tijd uit tot 35-45cm. Ze trekken dan weer naar rivieren of beken om te paaien. Ze gaan niet noodzakelijkerwijs terug naar hun geboorterivier (vertonen geen *homing*). Daardoor zijn er geen riviereigen populaties maar

onderling mengende populaties in een regio met verschillende riviersystemen. Rivierprikken scheiden als larve een feromoon uit, dat de volwassen rivierprikken 'lokt' naar erkend goede paai- en opgroeigebieden (Winter *et al.* 2019).

In Noord-Nederland vinden paaimigraties van rivierprik plaats tussen de Waddenzee via onnatuurlijke kanaalsystemen naar relatief natuurlijke beken (zoals de Drentse Aa). In het Ruiten Aa en Westwoldse Aa is onderzocht of dit stroomgebied weer geschikt is voor rivierprik (Winter *et al.* 2019). Deze omstandigheden zijn vergelijkbaar met de mogelijke toekomstige situatie in de West-Brabantse beken. Wellicht zijn de bovenlopen van de West-Brabantse beken, wanneer deze nog verder worden ontsloten met vispassages en nog meer natuurlijk worden ingericht via hermenadering (Beers 2011), dan ook geschikt als paai- en opgroeigebied voor rivierprik. Hierbij is met name de vraag of er plaatsen met hard substraat voor paai beschikbaar zijn. Dit hoeft geen natuurlijke grindbedding te zijn, maar kan ook kunstmatig hard substraat zijn zoals stortsteen (Winter *et al.* 2019).

Stroomafwaarts afzakken van paarijpe rivierprikken vanuit het Hollands Diep en dan vanuit het Volkerak vervolgens weer stroomopwaarts de Brabantse beken op te trekken, lijkt een minder plausibele mogelijkheid voor herkolonisatie. Eventuele herkolonisatie van de rivierprik vanuit de Westerschelde via de Bathse Spuisluis waarbij rivierprikken voordurend stroomopwaarts 'zoeken' naar geschikte paaiplaatsen lijkt meer plausibel. Of de Brabantse beken dan gevonden worden in dit onnatuurlijke watersysteemstelsel is de vraag, zeker als een feromonenspoor nog ontbreekt (wat eventueel op gang kan worden gebracht door uitzet van priklarven, Winter *et al.* 2019). In Noord-Nederland worden afstanden van 50 km afgelegd via stagnante kanaalsystemen voordat ze beken inzwemmen. Herkolonisatie van de West-Brabantse beken in een scenario waarbij het Volkerak-Zoommeer zouter wordt lijkt grotere kansen te bieden voor rivierprik. Het zoete scenario, dat zeker voor de komende periode nog het geval zal zijn, biedt ook kansen, maar de vindbaarheid van de beken vanuit mariene wateren zal dan voor rivierprik wel moeilijker zijn.

*Voor de rivierprik zijn er misschien kansen om bij een verbetering van de intrekmogelijkheden bij de met name de Bathse Spuisluis, vanuit de Westerschelde de Brabantse beken te koloniseren om te paaien. Een dergelijke paaimigratie kan misschien op gang worden gebracht met uitzet van priklarven die met hun feromonen optrekkende rivierprikken kunnen aantrekken.*



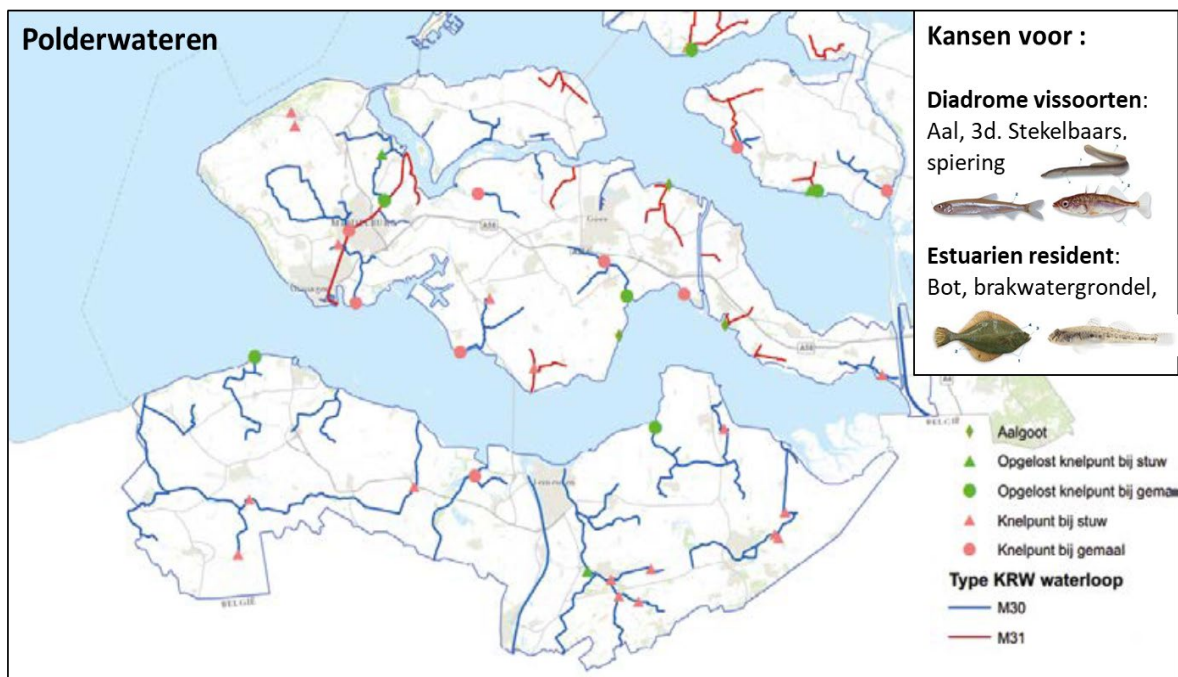
**Figuur 4.1.3.** Kansenkaart voor rivierprik in de Zuidwestelijke Delta. In de inzet rechtsonder is het voorkomen in langjarige monitoringsprogramma's weergegeven (uit Heessen *et al.* 2015).

### Kleinere diadrome vissoorten (zwakke zwemmers)

Naast de bovengenoemde diadrome vissoorten die een relatief groot formaat hebben tijdens hun stroomopwaartse paaimigratie ('sterke zwemmers'), zijn er ook diadrome soorten die klein blijven, zoals de driedoornige stekelbaars en spiering, of die relatief klein zijn tijdens de levensstadia waarin hun stroomopwaartse migratie naar zoetere wateren plaats vindt, zoals glasaal (jonge paling) en botlarven. Bot wordt ook wel bij de estuarien residente soorten ingedeeld. Deze soorten kunnen in grote aantallen voorkomen, zoals in historische tijden het geval was (Quak 2016) en vervullen daarmee potentieel een grote rol in het voedselweb en kunnen dan belangrijk zijn als voedsel voor vispredatoren (roofvis, vogels, zoogdieren), waarvan sommige eveneens beschermd zijn via N2000 (zie Bijlage 2).

Voor deze soorten zijn niet alleen de grotere wateren in de Zuidwestelijke Delta potentieel paai- dan wel opgroeigebied, maar ook de vele polderwateren op de eilanden in de delta (Figuur 4.1.4). In de periode tot 2021 worden in totaal 21 vispassages gerealiseerd. In de periode 2022–2027 streeft het Waterschap Scheldestromen in samenwerking met Rijkswaterstaat ernaar ongeveer zestig procent van het beheersgebied voor vis passeerbaar gemaakt te hebben (de Wilt 2015). De aalgoten zijn alleen passeerbaar voor glasaal, maar de overige vispassages faciliteren de intrek van zowel glasaal, driedoornige stekelbaars, spiering, bot en bijvoorbeeld ook estuarien residente soorten als bijvoorbeeld de brakwatergrondel.

De aal of paling neemt een bijzondere plaats in binnen het spectrum van diadrome vissoorten. Deze soort trekt in de mariene fases over grote afstanden (6000 km van en naar de Sargassoze), maar in de kustwateren, estuaria en zoete wateren varieert de afstand waarover ze migreren sterk. Een deel van de paling groeit op in zoute kustwateren zoals de Oosterschelde en de Grevelingen (maar ook bijvoorbeeld in de Waddenzee). Hoe groot dit deel is, is onbekend. De meerderheid trekt naar zoetere wateren waarbij een zeer breed spectrum van brakke polderwateren, zoete meren, beken en rivieren kan worden gebruikt om op te groeien tot volwassen aal. Dan transformeren ze naar schieraal en trekken weg naar de Sargassoze om te paaien. Paling is een belangrijke doelsoort voor de binnenvisserij en speelt ook een belangrijke rol in de maatregelen voor vismigratie die voor het waterbeheer i.k.v. KRW worden uitgevoerd. Het herstel van de paling wordt aangestuurd via het Nationale Aalbeheerplan dat is opgesteld naar aanleiding van de EU Eel Directive. In polderwateren is de intrek van o.a. glasaal voor veel waterschappen een belangrijk speerpunt en de uittrek van volwassen schieraal via gemalen, die tijdens de stroomafwaartse migratie zowel blokkerend kan werken als extra sterfte kan veroorzaken. In de Zuidwestelijke Delta bevinden zich alleen gemalen bij de overgangen van regionale wateren van waterschappen naar Rijkswateren (zie ook Figuur 4.1.4).



**Figuur 4.1.4.** Vismigratieplan en aanpak van migratieknelpunten bij zoet-zout overgangen van Waterschap Scheldestromen, M30 en M31 zijn KRW-coderingen voor kleine brakke wateren (aangepast naar de Wilt 2015).

---

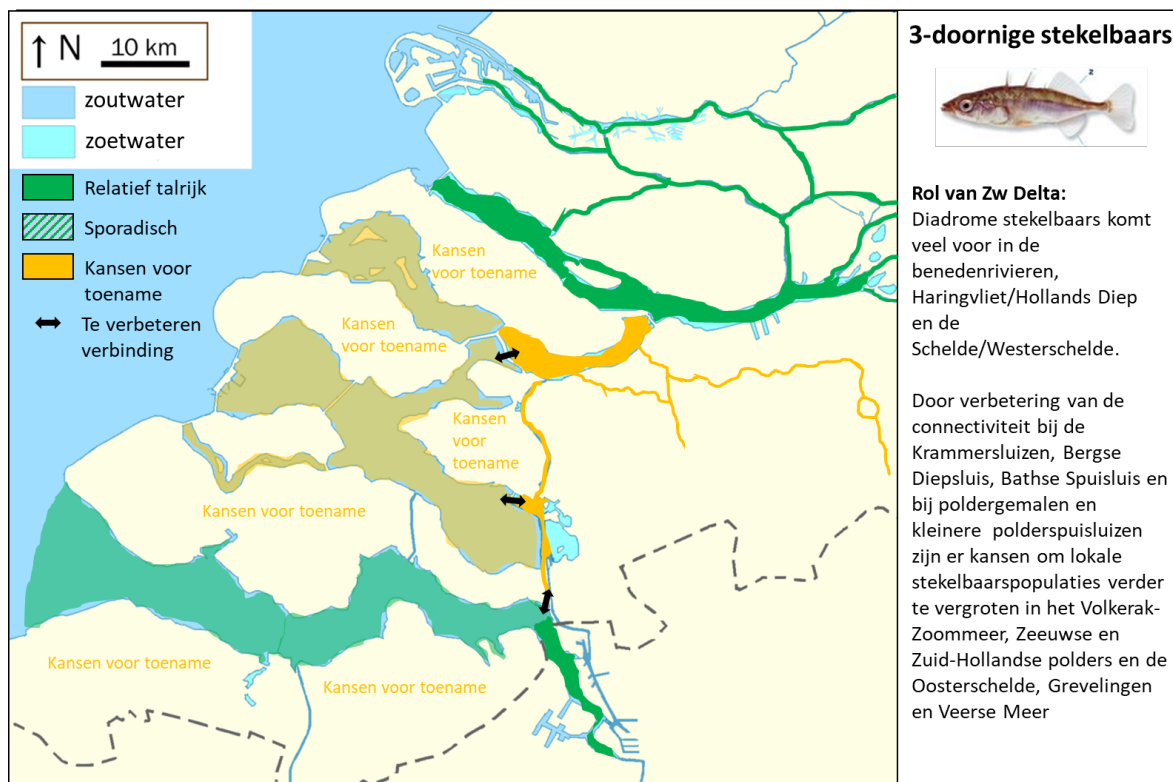
In de grotere wateren zitten de belangrijkste knelpunten bij de sluisen rondom het Volkerak-Zoommeer (Figuur 3.3). Voor soorten die vanaf een grote afstand vanuit de Noordzee intrekken zoals glasaal en botlarven vormen de Grevelingen (waarbij er via een gedempt getij wel iets meer intrek zal zijn) en Oosterschelde door het ontbreken van een zoetere 'lokstroming' minder attractieve intrekroutes dan de noordelijker gelegen Haringvliet en zuidelijker gelegen Westerschelde. Het aanbod van deze beide soorten is naar verwachting dan ook slechts beperkt bij de Krammersluizen en de Bergse Diepsluis (al duiken ze hier wel op en liggen hier wel lokale kansen). Het aanbod van bot en glasaal is met name bij de Bathse Spuisluis groot (Ploegaert *et al.* 2017, Ploegaert *et al.* 2019).

Voor diadrome soorten die meer lokale populaties vormen zoals driedoornige stekelbaars, kunnen verbeterde verbindingen bij de Krammersluizen en Bergse Diepsluis wel degelijk leiden tot grotere lokale populaties stekelbaars die heen en weer migreren tussen Volkerak-Zoommeer en Oosterschelde-Grevelingen (mits de Flakkeese Spuisluis weer in gebruik wordt genomen). Voor spiering zou dit wellicht ook op kunnen gaan, al lijkt deze soort het beter te doen in watersystemen met meer geleidelijke zoet-zout gradiënten. In tegenstelling tot het IJsselmeergebied waar er na het voltooiën van de Afsluitdijk een standpopulatie van zoetwaterspiering (zogenaamde 'binnenspiering') is ontstaan, is er na het voltooiën van de Deltawerken geen standpopulatie zoetwaterspiering in bijvoorbeeld het Haringvliet ontstaan. Migrerende spiering wordt tot 20-25 cm groot en paait pas na 2-3 jaar, terwijl binnenspiering al na 1 jaar kan paaien bij veel kleinere lengtes van ca. 10 cm en meestal slechts 1 en zelden 2 jaar oud wordt.

Voor zowel driedoornige stekelbaars, bot, spiering en glasaal lijkt de Bathse Spuisluis de belangrijkste toegangspoort tot het Volkerak-Zoommeer zijn, omdat hier zowel een groot aanbod is als een relatief grote lokstroom. Al deze soorten zijn zwakke zwemmers en gebruiken selectief getijdentransport om stroomopwaarts te trekken in getijdewateren. Er is een voorstel opgesteld met een verruimd sluisbeheer ('op een kier') in combinatie met een drempel om zoutindringing tegen te gaan (Deltares 2019, zie ook hoofdstuk 3). Mocht deze gerealiseerd worden dan zou dat voor deze soorten zeer voordelig uit kunnen pakken en de aantallen in het Volkerak-Zoommeer naar verwachting flink kunnen verhogen. Met name als ook de nutriëntenlast en ongewenste blauwalgenbloei verder worden teruggedrongen.

De verbinding via de Volkeraksluizen naar het Hollands Diep lijken voor deze soorten van iets minder belang, omdat er voor deze kleine diadrome vis die vanuit de Westerschelde, Oosterschelde of vanuit de Grevelingen het Volkerak-Zoommeer optrekken, voldoende opgroeigebied in het Volkerak-Zoommeer zelf aanwezig is. Al zal een betere verbinding naar het Hollands Diep wel kunnen helpen als de draagkracht van het Volkerak-Zoommeer voor deze soorten is bereikt. Waarbij het Volkerak-Zoommeer dan als brongebied voor dispersie naar omliggende wateren zou kunnen fungeren. Andersom kunnen deze kleine migranten vanuit het Hollands Diep ook via het gespuide zoetwater het Volkerak bereiken via stroomafwaarde dispersie.

*In figuur 4.1.5 is als voorbeeld voor deze groep kleine diadrome vis het voorkomen en de kansen voor driedoornige stekelbaars weergegeven. Als de passeerbaarheid van de Krammersluizen, Bergse Diepsluis, Bathse Spuisluis en via vispassages bij poldergemalen en kleinere polderspuisluizen wordt verbeterd, zijn er goede kansen om lokale stekelbaarspopulaties verder te vergroten in het Volkerak-Zoommeer, de Zeeuwse en Zuid-Hollandse polders en in de Oosterschelde, Grevelingen en Veerse Meer.*



**Figuur 4.1.5.** Kansenkaart voor driedoornige stekelbaars in de Zuidwestelijke Delta.

## 4.2 Estuarien residente soorten

Voor estuarien residente soorten, zoals brakwatergrondel, dikkopje, glasgrondel, puitaal, grote en kleine zeenaalden en zwarte grondel, is er met het verdwijnen van de estuariene dynamiek (d.w.z. een combinatie van natuurlijke getijdenstromingen en geleidelijke zoet-zout gradiënten) uit de Zuidwestelijke Delta (met uitzondering van de Westerschelde) veel leefgebied verloren gegaan. In het Haringvliet komt aan de binnenzijde weer een zoet-brak gradiënt, maar die is periodiek weer afwezig in situaties met weinig rivierafvoer. Welke effecten en mogelijkheden dit geeft voor estuarien residente soorten is nog onduidelijk (Griffioen et al. 2017). In het monitoringsprogramma 'Zegen in de Delta' van RAVON laten de eerste resultaten zien dat een soort als brakwatergrondel een duidelijke opmars maakt tot in volledig zoetwater (Ploegaert et al. 2017, - 2019), waarbij klaarblijkelijk connectiviteit beperkend was voor het voorkomen van deze soort.

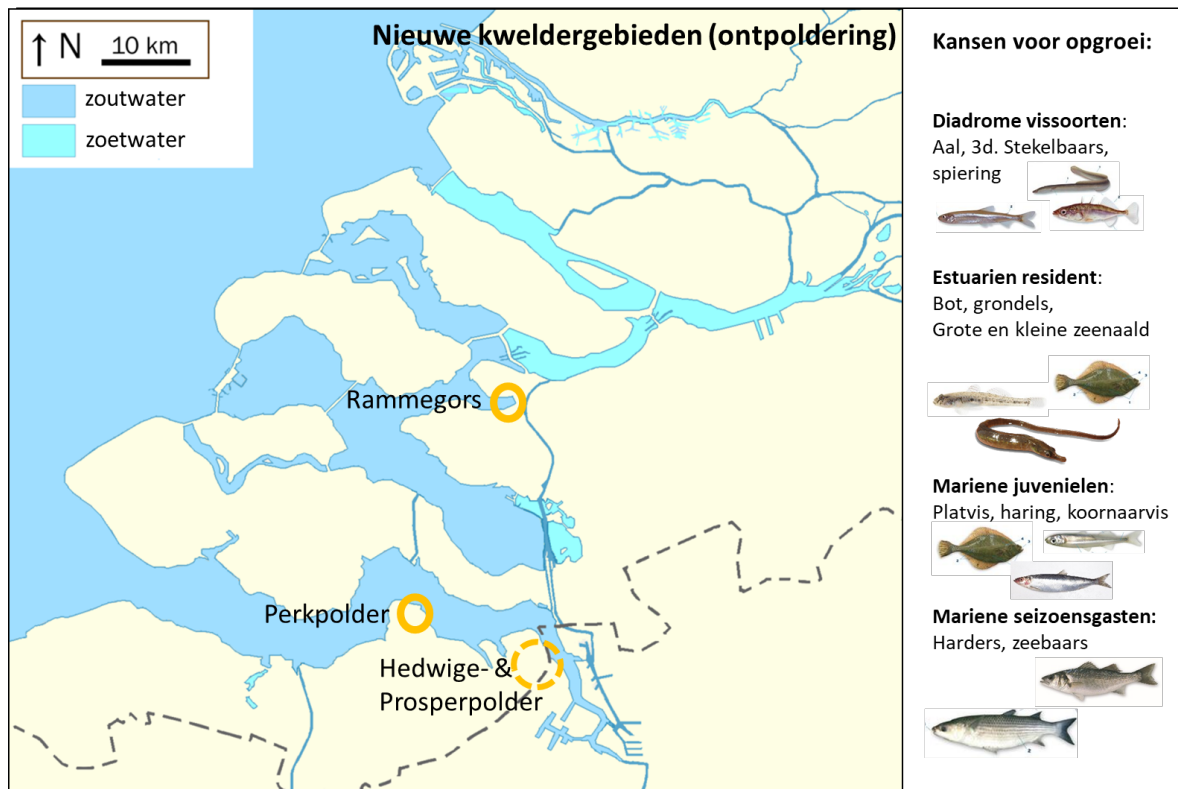
Daarnaast kunnen ook de licht brakke tot brakke polderwateren in de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden als leefgebied voor deze soorten dienen (van Bilt 2015). Een verbeterde connectiviteit tussen polders en omliggende zoutere wateren, waar de waterschappen op inzetten, zal het voorkomen van estuarien residente vissoorten in zowel de polderwateren als de omliggende zoute wateren kunnen versterken.

Ook een verbeterde connectiviteit langs de sluisen rond het Volkerak-Zoommeer zal tot een verhoging van abundantie en verspreiding van sommige zoet-tolerante estuarien residente soorten, zoals de brakwatergrondel, kunnen leiden (analoog aan de ontwikkelingen in de benedenrivieren als gevolg van de Kier). Met name de Bathse Spuisluis met een verruimd kier-beheer en drempel tegen zoutindringing (Deltares 2019, figuur 3.2) kan hier een grote rol in spelen.

Een vierde ontwikkeling die gunstig lijkt uit te pakken voor estuarien residente soorten is het inrichten van nieuwe kwelders (in het Zeeuwse schorren en in Zuid-Holland vaak gorzen genoemd) met krekens via ontpoldering zoals bij Rammegors, Perkpolder en Hedwige- en Prosperpolder zijn of worden uitgevoerd. In Rammegors en Perkpolder zijn recentelijk visonderzoeken uitgevoerd en bleken met name jonge haring, koornaarvis, driedoornige stekelbaars, grondels, harders, zeebaars, paling en grote



en kleine zeenaalden deze arealen als opgroeigebied te gebruiken (Mulder & Tulp 2020, Figuur 4.2.1). De ontpoldering van de Prosperpolder in België is inmiddels uitgevoerd, de ontpoldering van de aansluitende Hegwigepolder is in 2020 gestart en is wellicht in 2022 gereed. Deze nieuwe kweldergebieden vormen een aanvulling op het grotere areaal bestaande kwelders (schorren) in de Zuidwestelijke Delta, zoals het Land van Saeftinghe.



**Figuur 4.2.1.** Het voorkomen van verschillende vissoorten en groepen in de vismonitoringen zoals uitgevoerd in nieuwe kweldergebieden Rammegors en Perkpolder die via ontpoldering zijn gecreëerd (Mulder & Tulp 2020). De ontpoldering van de Perkpolder is nog in uitvoering. Kwelders worden in Zeeland aangeduid als schorren en in Zuid-Holland als gorzen.

### 4.3 Mariene soorten

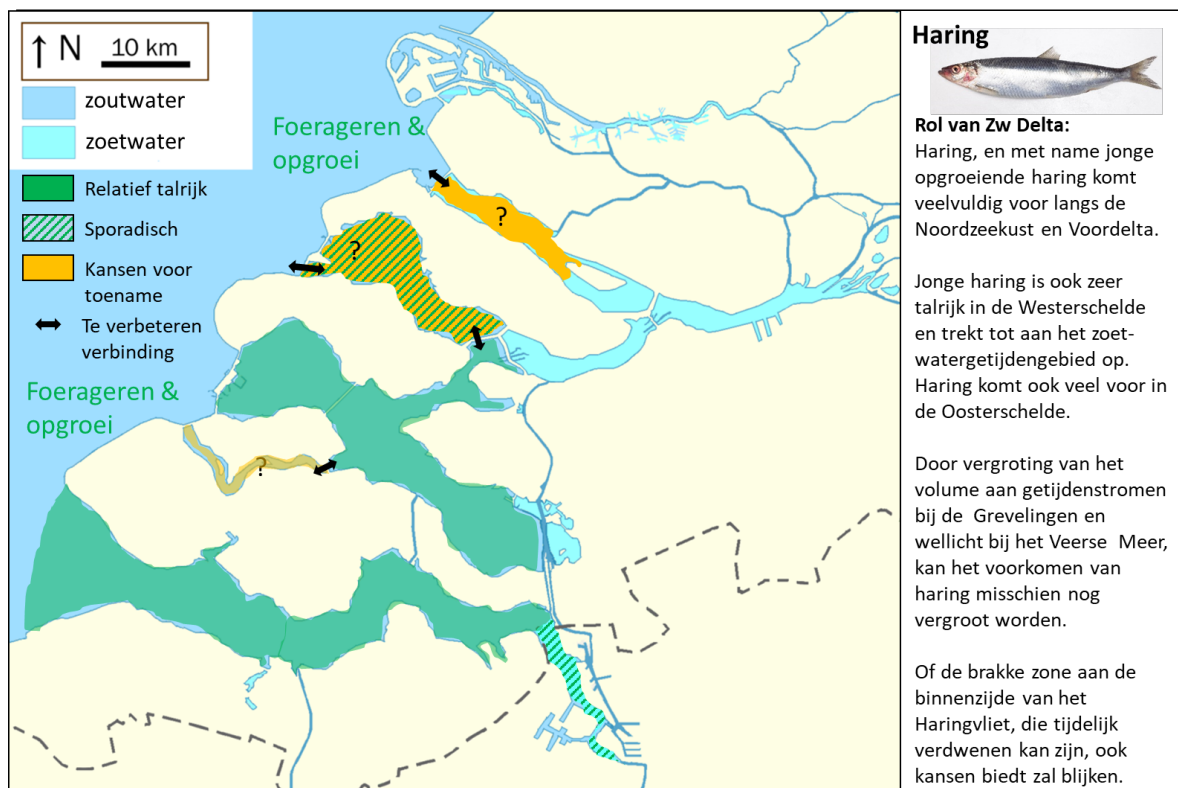
De Zuidwestelijke Delta wordt ook door een breed soortenspectrum aan mariene vissoorten gebruikt. Een deel van deze soorten gebruikt de wateren in de Zuidwestelijke Delta als kinderkamer en opgroeigebied voor de jonge levensstadia, zoals de verschillende platvissoorten schol, tong en schar, of haring en kabeljauw. Daarnaast zijn er ook een aantal soorten die de Zuidwestelijke Delta als mariene seizoensgasten benut, veelal tijdens het groeiseizoen/zomerhalfjaar, zoals diklipharder, dunlipharder en zeebaars. Veel soorten gebruiken de Zuidwestelijke Delta voor meerdere doelen, zoals bijvoorbeeld kabeljauw die 's zomers in offshore windparken leeft en vervolgens in de Westerscheldemonding overwintert, zoals is gedetecteerd binnen het netwerk aan akoestische ontvangers in de Belgische Noordzee en de Westerschelde (Reubens *et al.* 2019).

De connectiviteit tussen de verschillende zeearmen en de Voordelta en Noordzee is het meest natuurlijk in de Westerschelde. Dit open estuarium met een grote getijdenslag faciliteert migraties van alle mariene soorten die daar gebruik van willen maken. Hier is de connectiviteit niet beperkt.

De Oosterschelde is verbonden met de Voordelta en Noordzee via de Oosterscheldekering die permanent open staat (met uitzondering van extreme stormvloed) en een substantieel deel van de oorspronkelijke getijdendynamiek in de Oosterschelde is daardoor behouden gebleven. Hierdoor kunnen zowel actief zwemmende grotere mariene seizoensgasten (zoals harders, zeebaars en kabeljauw), maar ook kleinere meedrijvende mariene juveniele soorten (verschillende platvissoorten of haring) hier

effectief naar binnen komen. De Grevelingen is met een kleiner doorlaatmiddel (Brouwerssluis) verbonden met de Voordelta/Noordzee. Vanaf 2024 worden er wellicht grotere getijdenstromen toegelaten tot de Grevelingen (met een getijdeslag van ca. 40 cm in het Grevelingen). Hierdoor liggen er kansen voor een betere connectiviteit voor mariene juvenielen zoals haring en platvissoorten. Deze soorten gebruiken selectief getijdenstromen om te migreren naar opgroeigebieden en bij grotere volumes uitgewisseld water gaan ook de aantallen vissen die met de stroming mee naar binnen driften naar verwachting omhoog (Tangelder *et al.* 2019).

In figuur 4.3.1. is als voorbeeld een kanskaart voor de mariene juveniele soort haring weergegeven. Er liggen wellicht kansen voor toename van haring in het brakke deel van het Haringvliet, als is deze brakke zones tijdelijk wel afwezig in perioden met lage rivierafvoer (Griffioen *et al.* 2017). De komende jaren zal blijken in hoe verre het Kierbesluit leidt tot extra voorkomen en dichtheden van haring aan de binnenzijde van het Haringvliet. De getijdenstroming via het huidige doorlaatmiddel in de Grevelingen zorgt al voor een flinke intrek van haring in de huidige situatie (Hop 2017). In hoeverre deze dichtheden nog verder toenemen als er naar verwachting in 2024 een grotere getijdenstroming wordt toegestaan in de Grevelingen zal moeten blijken.



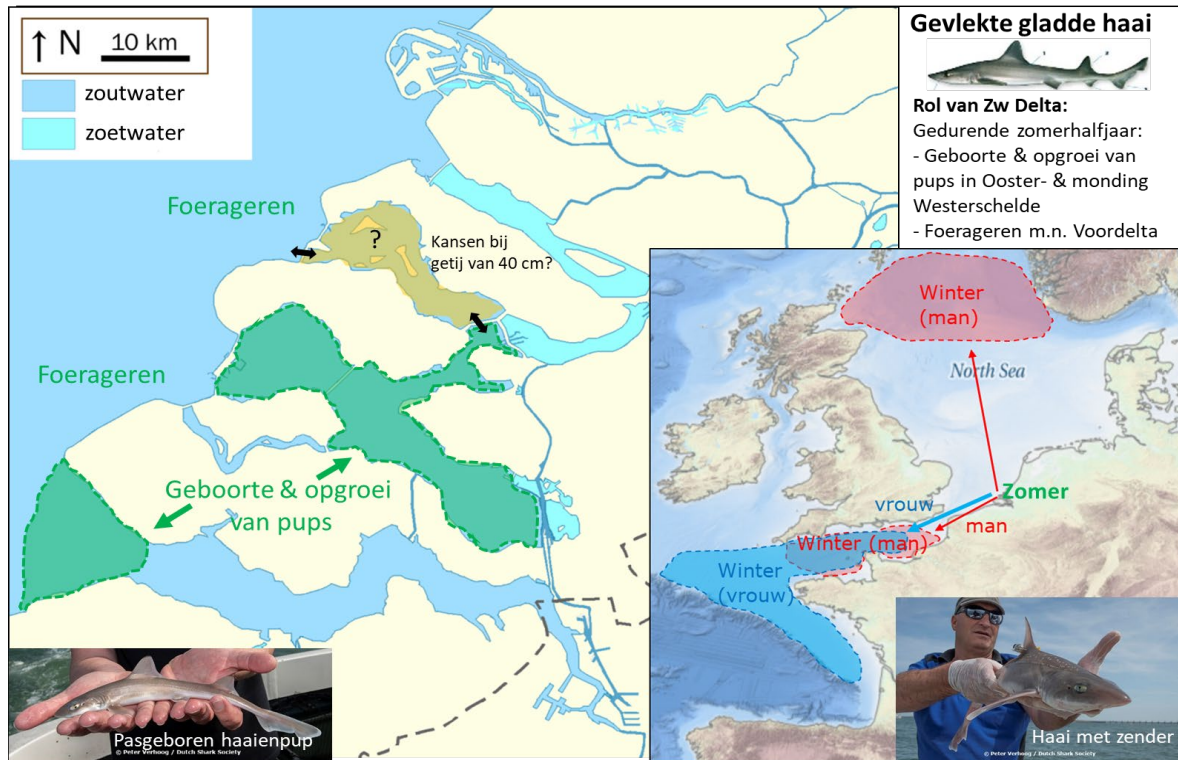
**Figuur 4.3.1.** Kanskaart voor de haring in de Zuidwestelijke Delta.

We willen hier voor de mariene vissen ook drie soorten uit een speciale groep (*elasmobranchen*) voor het licht brengen waarvoor de Zuidwestelijke Delta een bijzondere rol vervult; de gevlekte gladde haai, ruwe haai en pijlstaartrog. Deze levendbarende soorten kunnen zowel bij de visgilden mariene seizoensgasten als mariene juvenielen worden gerekend.

### Gevlekte gladde haai

De gevlekte gladde haai is een grondhaai die voornamelijk foerageert op kreeftachtigen. Via de sportvisserij is steeds beter in beeld gekomen dat er in de Oosterschelde, Westerscheldemonding en Voordelta relatief grote aantallen gevlekte gladde haaien voorkomen. In 2010 is Sportvisserij Nederland en WMR in samenwerking met lokale sportvissers een merk-terugvangst studie begonnen die veel kennis over deze soort heeft opgeleverd. Zo werden in de Oosterschelde en Westerscheldemonding voornamelijk volwassen vrouwtjes en pasgeboren pups gevangen. Mannetjes en juveniele gevlekte haaien werden meer buitengaats van de Oosterschelde en Westerschelde waargenomen. Terugvangsten van in Zeeuwse wateren gemerkte gevlekte gladde haaien (in totaal zijn er tijdens 2010-2019 ruim

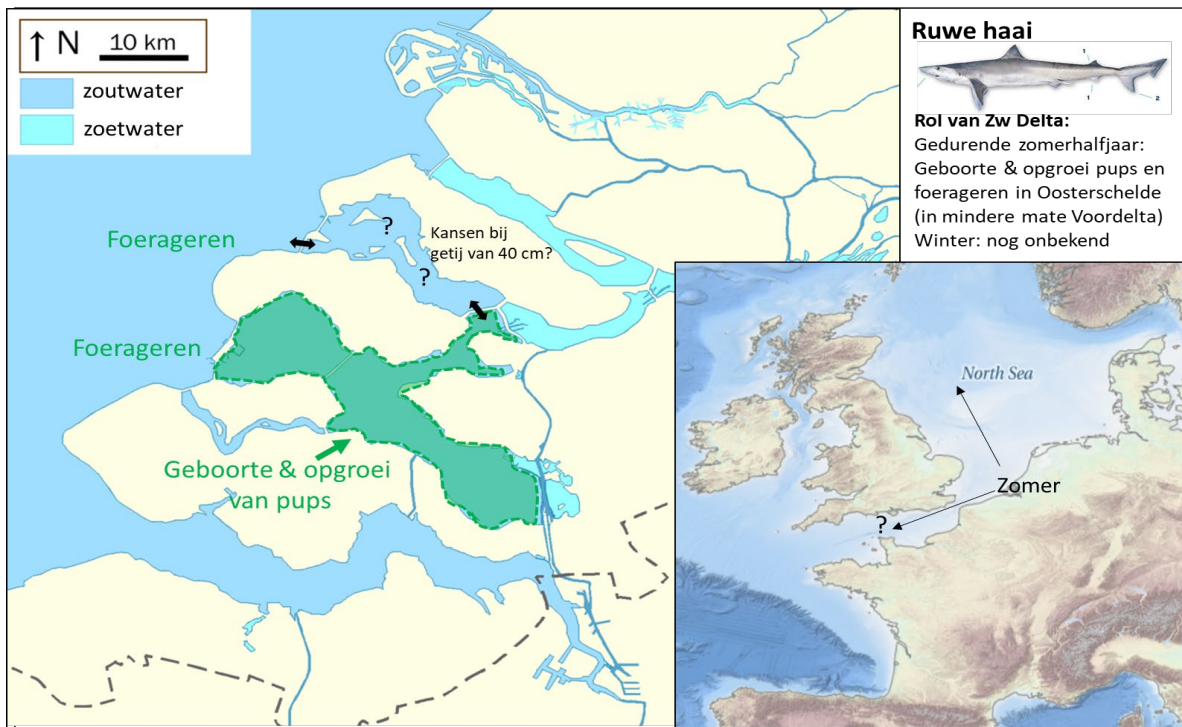
4000 gevlekte gladde haaien gemerkt en een kleiner aantal gezenderd, Breve *et al.* 2018, Breve *et al.* 2020, Figuur 4.3.2). De gevlekte gladde haaien verlaten in de herfst de Zeeuwse wateren, waarbij de mannetjes deels naar de noordelijke Noordzee migreren om te overwinteren en deels naar het Engelse Kanaal. Vrouwjes migreren naar het Engelse Kanaal en diep tot in de Golf van Biskaje om te overwinteren. Er is een duidelijk verschil in gedrag tussen de beide seksen (Breve *et al.* 2020). De verbinding tussen Noordzee/Voordelta en de Oosterschelde via de stormvloedkering lijkt geen probleem te zijn voor deze soort. Of het inlaatwerk in de Brouwersdam groot genoeg gedimensioneerd is dat de gevlekte gladde haai ook hier door heen naar de Grevelingen wil zwemmen, is niet goed bekend. De kleinere hondshaai, een eierleggende grondhaai, wordt wel af en toe waargenomen door sportduikers in het Grevelingenmeer. Met mogelijk een getijslag tot 40 cm in de toekomst zullen de intrekomstandigheden voor gevlekte gladde haai gunstiger worden, en wellicht dat met de grotere dynamiek ook de habitatkwaliteit dan beter geschikt wordt voor deze haaiensoort.



**Figuur 4.3.2** Kanskaart voor de gevlekte gladde haai in de Zuidwestelijke Delta. Na vertrek vanuit de delta is er in de winter een duidelijk verschil in migratiegedrag tussen mannetjes en vrouwjes te zien (zie inzet, Breve *et al.* 2018, - 2020).

### Ruwe haai

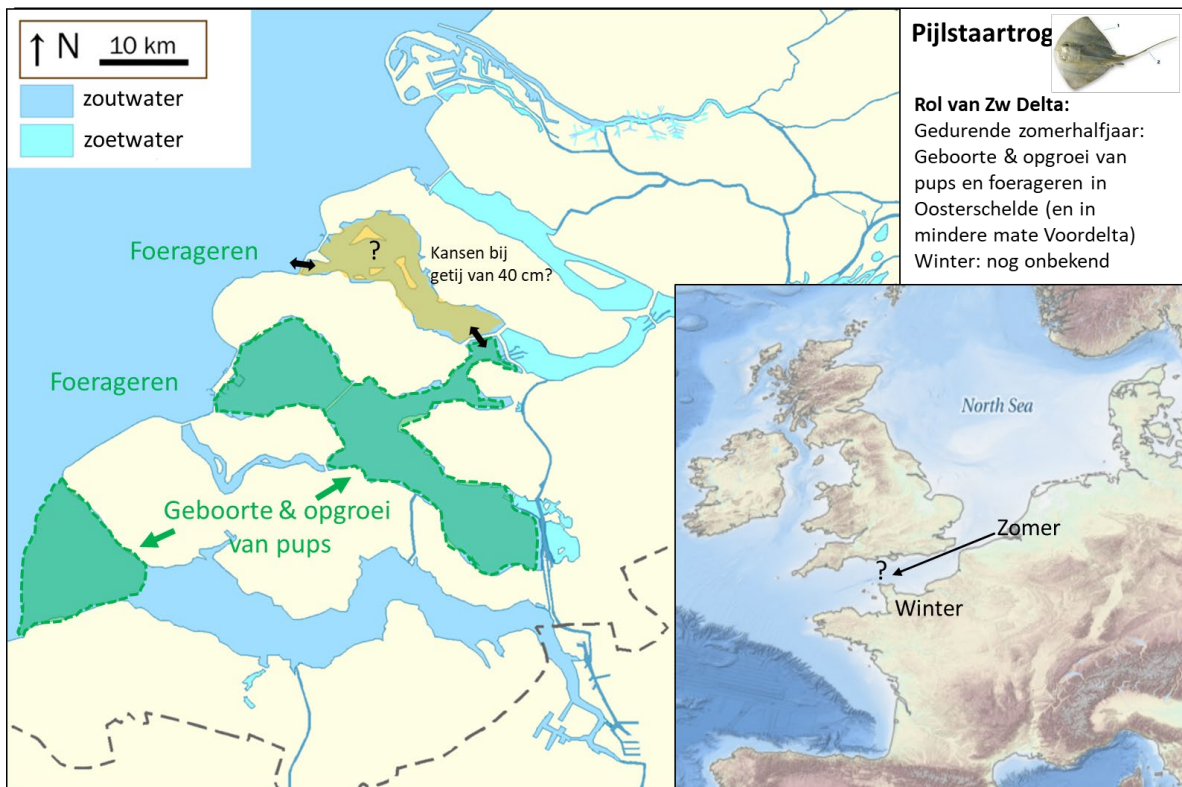
Ook voor de ruwe haai zijn er aanwijzingen dat de Oosterschelde inclusief de zone ten westen van de kering als geboorte en opgroeigebied voor haaienpups en als foerageergebied wordt gebruikt door vangsten van zowel grote vrouwjes tot 170 cm als jonge pasgeboren haaitjes van 35-40 cm door sportvissers (Figuur 4.3.3). Over het gedrag van de ruwe haai in de Zuidwestelijke Delta en waar hun overwinteringsgebieden liggen is nog erg weinig bekend. De komende jaren zal hiernaar onderzoek met pop-up satellietzenders worden uitgevoerd. Er zijn gezenderde ruwe haaien die van Schotland naar de Canarische eilanden zijn gemigreerd, dus het is goed mogelijk dat ook de ruwe haaien uit de Zuidwestelijke Delta gedurende hun seizoenmigraties een zeer groot gebied benutten. Ook rond Helgoland en in de Waddenzee (door NIOZ, WMR en Wageningen Universiteit) zijn momenteel studies naar het migratiegedrag van ruwe haai gestart.



**Figuur 4.3.3.** Kanskaart voor de ruwe haai in de Zuidwestelijke Delta. Er is nog weinig bekend over de jaarrond migratiepatronen van de ruwe haaien die in de zomer in de Zuidwestelijke Delta vertoeven.

#### Pijlstaartrog

In de Oosterschelde worden 's zomers pijlstaartroggen gevangen van alle formaten van pasgeboren pups tot grote volwassen exemplaren van 25 kg zwaar. De Oosterschelde en de monding van de Westerschelde fungeert waarschijnlijk als opgroeigebied waar ze hun jongen ter wereld brengen en gedurende de zomer foerageren (Figuur 4.3.4). Waar ze overwinteren is nog niet goed bekend. Dit wordt de komende jaren onderzocht met pop-up satellietzenders.



**Figuur 4.3.4.** Kanskaart voor de pijlstaartrog in de Zuidwestelijke Delta. Er is nog weinig bekend over het gedrag en migratiepatronen van de pijlstaartroggen die de Zuidwestelijke Delta benutten.

De kennisleemtes in het migratiegedrag, habitatgebruik en populatiestructuur van verschillende haaien en roggensoorten, waaronder gevlekte gladde haai, ruwe haai en pijlstaartrog, worden de komende jaren onderzocht in het kader van een EFMZV-project dat Wageningen Universiteit en WMR, in opdracht van het ministerie van LNV, in samenwerking met Sportvisserij Nederland en met ondersteuning van LIFE-IP gaat uitvoeren. De hierboven genoemde zenderonderzoeken naar gevlekte gladde haai, ruwe haai en pijlstaartrog die gevangen worden in de Zuidwestelijke Delta maken hier onderdeel van uit.

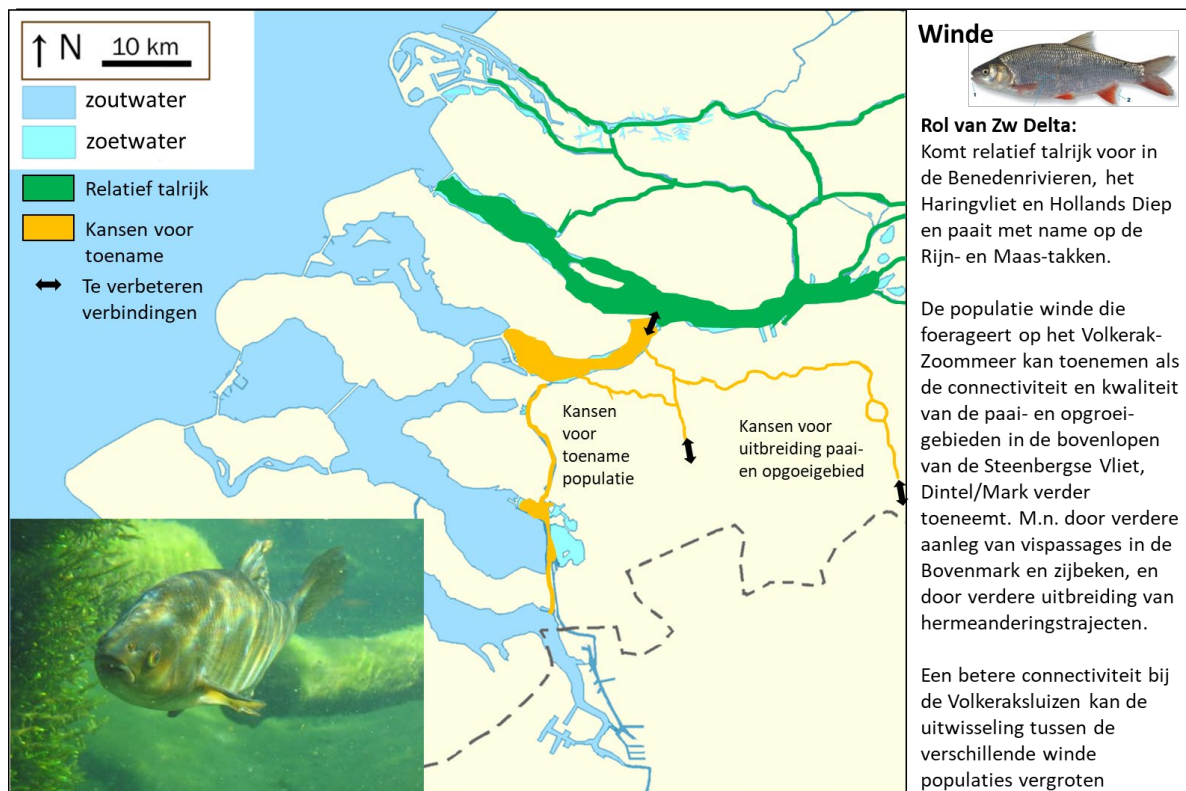
Haaien en roggen zijn door hun lange levensduur en geringe aantal jongen dat ze krijgen ook extra gevoelig voor menselijke drukfactoren als (bij)vangst in visserijen. Omdat ze zeer gespecialiseerde electroreceptoren (de ampullen van Lorenzini) hebben om hele kleine elektromagnetische prikkels te kunnen waarnemen van spieractiviteit van prooidieren, zijn ze wellicht ook gevoelig voor de effecten van elektromagnetische velden rond kabels op de zeebodem (intercontinentale kabels, of bij offshore windparken). Hier wordt de komende jaren ook onderzoek naar uitgevoerd (Elasmopower project).

## 4.4 Zoetwater-vissoorten

Binnen de zoete wateren en verbonden beeksystemen kunnen de vele soorten zoetwatervissen, zoals snoekbaars, blankvoorn, kolblei, brasem, alver en baars, migreren of dispersie vertonen. De N2000 zoetwatervissoorten bittervoorn, grote modderkruiper, kleine modderkruiper en rivierdonderpad hebben maar weinig geschikte gebieden in de Zuidwestelijke Delta beschikbaar. Alleen het Hollands Diep en Haringvliet zijn voor deze vier soorten aangewezen (zie Bijlage 2). In het centrale deel van de Zuidwestelijke Delta zijn er alleen wellicht wat kansen in het Zoommeer voor de aangewezen soort kleine modderkruiper als de waterkwaliteit verder verbetert. Verbeterde connectiviteit zal voor deze N2000 zoetwatervissoorten niet direct voordeel opleveren, maar kan wel de kans op uitwisseling tussen kleine verschillende lokale populaties, of herkolonisatie na lokaal verdwijnen bevorderen.

### Winde

Binnen het spectrum aan zoetwatervissoorten lichten we hier winde als zoetwater trekvis uit, omdat deze soort kan migreren over grote afstanden tussen foerageergebieden en paaiplaatsen en derhalve gebaat kan zijn bij een verbeterde connectiviteit (Winter & Fredrich 2005, de Leeuw & Winter 2008).



**Figuur 4.4.1.** Kansenkaart voor de winde in de Zuidwestelijke Delta. Foto inzet Joep de Leeuw.

---

Voor het paaien hebben ze licht stromende wateren nodig. In het benedenrivierengebied is de winde relatief talrijk. In de bovenlopen van de Brabantse beken wordt zowel de connectiviteit als de habitatkwaliteit steeds verder verbeterd door de aanleg van vispassages en hermenaderingsprojecten (Beers 2014). Hierdoor liggen er kansen voor een migrerende zoetwatervissoort als winde om grotere populaties op te bouwen in het Volkerak-Zoommeer en de Brabantse beken (Beers 2011, figuur 4.4.1). Maar ook andere zoetwatervissoorten zoals alver, blankvoorn en kolblei kunnen hiervan profiteren.

Een potentieel probleem voor zoetwatervis in de Zuidwestelijke Delta is het zogenaamde 'uitspoelen' van zoetwatervis bij spuisluizen met een harde zoet-zout overgang zoals bij het Haringvliet (Winter *et al.* 2020). Wanneer de overgang naar zouter water abrupt is en er geen goede mogelijkheden zijn om terug te keren naar zoetwater, zal dit tot sterfte van de uitgespoelde zoetwatervis leiden. Met het Kierbesluit is het de verwachting dat de kans op uitspoeling vermindert en de kans op terugkeer na onverhoopt uitspoelen groter wordt (Griffioen *et al.* 2017). Op kleinere schaal zou dit ook bij andere zoet-zout overgangen in de Zuidwestelijke Delta plaats kunnen vinden, zoals bij de Bathse Spuisluis of bij gemalen en spuisluisjes vanuit de polderwateren. Verbeterde connectiviteit kan de kans op terugkeer van uitgespoelde zoetwatervis faciliteren. En ook meer geleidelijke zoet-zout overgangen kunnen de kans op uitspoeling verminderen (Griffioen *et al.* 2017).

## 4.5 Kansen voor andere N2000 soorten: visetende vogels en zoogdieren

Ook visetende (zee)zoogdieren en vogels die zijn aangewezen voor N2000 gebieden zullen voordeel hebben bij een versterking van de visstand in de verschillende wateren in de Zuidwestelijke Delta.

In de noordelijke en zuidelijke deel van de Zuidwestelijke Delta is het de verwachting dat naast de grotere N2000 trekvissoorten ook de kleinere migrerende diadrome vissoorten gaan toenemen, zoals spiering en stekelbaars. Hierdoor zal de voedselsituatie voor visetende zeezoogdieren, met name de voornamelijk buitengaats voorkomende bruinsvis, gewone en grijze zeehonden en de zowel buitengaats als binnengaats voorkomende visetende vogels en wellicht ook de otter gunstiger worden. Voor veel vispredatoren is enige barrière-werking bij intrekpunten vanuit zee vaak gunstig, omdat de migrerende vis die naar binnen wil trekken daar langer verblijft (zoekend naar een doorgang) en zich dan lokaal tot hoge dichtheden kan concentreren wat goede foerageeromstandigheden voor viseters creëert.

In het centrale deel van de Zuidwestelijke Delta, is met name de Oosterschelde en Grevelingen van belang voor zeezoogdieren en visetende vogels zoals fuut, dodaars, kuifduiker, georde fuut, aalscholver, kleine zilverreiger, lepelaar, grote stern, visdief en dwergstern. Voor veel van deze vogelsoorten is een lokale toename van kleine vis, zoals driedoornige stekelbaars, spiering en haring gunstig. Voor iets minder vogelsoorten gaat dit ook op voor het Krammer-Volkerak, Zoommeer, Veerse Meer en Markiezaatmeer (zie Bijlage 2).

Een verbeterde connectiviteit kan ook leiden tot een toename van grotere migrerende vissoorten zoals winde, houting, zeebaars, zeeforel en harders. Deze grotere soorten schuimen ondiepere oevers af en zijn dan gunstige prooi voor grote visetende roofvogels als visarend en zeearend.



Gewone zeehond op een verharde dijk (Foto Wageningen Marine Research).

---

## 5 Discussie en aanbevelingen

### **Zuidwestelijke Delta belangrijke schakel in swimway van veel migrerende vissoorten**

De wateren in de Zuidwestelijke Delta vormen een belangrijke knooppunt in de *swimway* van veel migrerende vissoorten. In de delta van de stroomgebieden van de Rijn, Maas en Schelde is een grote variatie aan verschillende watersystemen: zoetwatermeren, zoutwatermeer (Grevelingen), kanalen, polderwateren, brakwatersystemen, zeearmen (Oosterschelde) en estuaria (Westerschelde) met kreken in schorren. Dit netwerk aan wateren vormen routes voor migrerende vis van en naar de Voordelta, Noordzee en voor een aantal vissoorten zelfs tot ver op de Atlantische Oceaan (zalm trekt van de bovenlopen diep in Duitsland via de delta naar Groenland om te foerageren; paling trekt naar de Sargassozee om te paaien; vrouwtjes gevlekte gladde haai trekken van hun zomerverblijf in de Oosterschelde waar ze hun pups krijgen naar de Golf van Biskaje om te overwinteren).

### **Estuariene dynamiek ontbreekt in Maas-Rijn delta, alleen nog in de Westerschelde aanwezig**

In de Zuidwestelijke Delta is veel van de oorspronkelijke dynamiek verloren gegaan. Veel wateren kennen geen getijdeslag meer, of deze is beperkter (Oosterschelde). Afgezien van de Westerschelde zijn in het stroomgebied van de Rijn en Maas estuariene habitats en dynamiek vrijwel volledig verdwenen (Tangelder *et al.* 2020). In de deltawateren is door aanleg van dammen verlies van connectiviteit en dynamische estuariene habitats die belangrijke productieve opgroeigebieden zijn voor vis (kinderkamersfunctie). Daar waar de dynamiek kan worden vergroot zal dit een gunstige uitwerking hebben voor vis zowel in draagkracht voor opgroei als voor connectiviteit tussen de wateren. De arealen beschikbare opgroeigebieden voor mariene juvenielen (kinderkamersoorten) zijn beperkt in omvang in vergelijking met de historische situatie. De aanwas van jonge vis en daarmee ook de voedselsituatie voor visetende soorten kan worden versterkt door het areaal opgroeigebied te vergroten, zoals in de ontpolderingsgebieden de Rammegors, Perkpolder en de Hedwigepolder zijn of worden uitgevoerd. Ook in het Belgische deel van het Schelde stroomgebieden worden dergelijke initiatieven uitgevoerd.

### **Connectiviteit in de Zuidwestelijke Delta: knelpunten en kansen**

Prioritering van nog bestaande knelpunten (migratieknelpunten, habitatkwaliteit) en het realiseren van kansen vindt plaats zowel in regionale wateren bij de waterschappen als op rijkswatersniveau. Veel van de verminderde connectiviteit als gevolg van de fragmentatie van wateren door de aanleg van de deltawerken is in de afgelopen decennia verbeterd. De verbindingen tussen de zeearmen en zee waren al goed (Oosterschelde) of zijn momenteel verbeterd (Grevelingen, Haringvliet). Maar met name de connectiviteit in en rondom het Volkerak-Zoommeer vormt nog een beperking. Dit zijn allen relatief beperkt passeerbare sluisen voor veel soorten. Door de relatief grote zoetwaterafvoer (aantrekkende werking op migrerende vis), de grote getijslag en het grote aanbod aan migrerende vis in de Westerschelde bij de Bathse Spuisluis is dit een potentieel belangrijke toegangspoort voor de intrek naar het Volkerak-Zoommeer en achterland. Momenteel zijn er beperkt mogelijkheden voor migrerende vissen om binnen te komen gedurende een klein deel van het getij. De ervaring met eerder opgedane vismigratieprojecten, met name ook voor zwakke zwemmers die via selectief getijtransport migreren bij het Haringvliet (zie Winter *et al.* 2020), en in noordelijk Nederland bij tal van zoet-zout overgangen, waaronder vooronderzoek bij Kornwerderzand in het kader van de Vismigratierivier (Griffioen & Winter 2019), kan hier worden gebruikt om te exploreren hoe de intrek van zwakke zwemmers (waarbij ook de sterke zwemmers automatisch meeliften) meer kan worden gefaciliteerd zoals met het ontwerpvoorstel van Deltares (2019) om te 'Kieren' met een stroomopwaartse drempel om verdere zoutindringing tegen te gaan. Optimalisatie van de migratie bij de andere sluisen rondom het Volkerak-Zoommeer kan lokale populaties zoals driedoornige stekelbars en wellicht ook spiering verder versterken.

### **Kansen voor migrerende vis en belang hiervan voor natuurbeheer**

In de Zuidwestelijke Delta liggen dus goede kansen om door verbetering van de connectiviteit het gebruik en areaal voor kleine migrerende soorten als spiering, driedoornige stekelbars en bot (met name in het Volkerak-Zoommeer, maar ook in polders) te vergroten. Deze soorten kunnen vervolgens

ook belangrijk zijn als voedsel voor andere kwetsbare N2000 soorten, met name buitengaats en in de open zeearmen de bruinvis, gewone en grijze zeehond en vele visetende vogels zowel buitengaats als de meer binnengaats gelegen wateren. Ook de eventueel terugkerende otter zal profiteren van een verbeterde visstand in meren, polders en oude kreken. De Noordzeehouting kan bij verbeterde connectiviteit zijn areaal en populatieomvang naar verwachting flink uitbreiden in de Zuidwestelijke Delta, vooral als ook de waterkwaliteit en doorzicht nog verder verbetert. Deze soort was ernstig bedreigd in zijn gehele verspreidingsgebied, maar heeft na herintroductie in de Rijn een sterke comeback gemaakt. Omdat deze soort was uitgestorven in Nederlandse wateren zijn er nog geen aanwijzing voor Noordzeehouting in N2000 gebieden. Voor zeeforel liggen er kansen om ook het centrale deel van de Zuidwestelijke Delta meer als foerageergebied te benutten en wellicht ook te gebruiken voor doortrek naar bovenstroomse paaigebieden in de Maas en Rijn. Ook voor de rivierprik liggen er wellicht kansen in het centrale deel van de Zuidwestelijke Delta en verbinding naar de Brabantse beken voor doortrek, paai en opgroei.

### **Leemtes in kennis rond vismigratie thema's**

Er zijn nog veel kennisvragen en -hiaten m.b.t. de sturende factoren die succesvolle passage mogelijk maken en het gedrag van migrerende vissoorten bij zoet-zout overgangen inzichtelijk maken (Winter *et al.* 2020). Met name over de passeerbaarheid of optimalisatie van het beheer van spui- en scheepsluizen om intrek van migrerende vis zodanig te faciliteren dat deze goed aansluit bij hun natuurlijke gedrag, zoals selectief getijden transport, is nog veel onduidelijk.

### **Aanbevelingen**

Om visbewegingen te kunnen onderzoeken en passagesucces te kunnen evalueren kunnen uitgebreide netwerken aan akoestische detectiestations gebruikt worden zoals die permanent in de Westerschelde en Belgische kustwateren aanwezig zijn, en de komende jaren ook in Noord-Nederland worden aangelegd (zie Bijlage 3). In het tussenliggende kustgebied en de het grootste deel van de Zuidwestelijke Delta is nog geen akoestisch detectienetwerk aanwezig. Voor een steur-onderzoek van Sportvisserij Nederland i.s.m. Stichting ARK en WNF in de Nieuwe Waterweg/Haringvliet en de Benedenrivieren ligt het wel in de planning dat deze na 2022 wordt aangelegd (Visser *et al.* 2020). Het zal de evaluatie en onderzoek van bewegingen en migratiesucces van vis in de Zuidwestelijke Delta sterk faciliteren als deze netwerken worden uitgebreid naar de Zuidwestelijke Delta. Voor onderzoek aan kleinere soorten die niet geschikt zijn voor zenderonderzoek kunnen merk-terugvangst technieken als VIE-tagging worden gebruikt (Griffioen *et al.* 2019).



*VIE-tags die in UV-licht oplichten als merkmethode om kleine migrerende vis te kunnen onderzoeken en volgen (foto Ben Griffioen).*



---

Er zijn momenteel vele vismigratie-onderzoeken en wetenschappelijke initiatieven gaande in en rondom Nederland, Goede afstemming en leren van elkaars ervaringen en kennisontwikkeling is belangrijk.

- Waddenzee: Swimway Waddentools (5 PhDs en 1 post-doc)
- Overgangen in Noord-Nederland-Waddenzee: Ruim baan voor vissen I & II
- Lauwersmeergebied en overgang naar Waddenzee: Vissen voor Verbinding
- Eems Vissen in Beeld (samenwerking tussen o.a. Duitsland en Waterschap Hunze en Aa's)
- Steur herintroductie in Rijn-stroomgebied (Visser *et al.* 2020)
- RAVON netwerk aan intrekpunten (o.a. Samen voor Aal, Zegen in de Delta)
- LIFE-IP Project Swimway Vecht
- Onderzoek gerelateerd aan het Kierbesluit Haringvliet (zie Winter *et al.* 2020 voor een overzicht)
- In de Schelde/Westerschelde voeren INBO, VLIZ, Universiteit Gent en Universiteit Antwerpen ook onderzoeken vanuit België uit.
- In het stroomgebied van de Nieuwe Waterweg en Haringvliet en achterliggende poldergebieden is een onderzoeksplan voor intrek en uittrek van vis, waarbij aal een belangrijke rol speelt (Winter 2020). Momenteel worden voorbereidingen getroffen voor een eventuele uitvoering van het intrek-deel van het onderzoek in het voorjaar van 2022. Dit zou goed aansluiten bij lopende en geplande glasaalonderzoeken in de Zuidwestelijke delta (o.a. via RAVON, Ploegaert & Tummers 2019) en een goede onderlinge afstemming kan veel synergie opleveren.

---

## 6 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. Dit certificaat is geldig tot 15 december 2021. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV GL.

---

# Literatuur

- Beers M (2011). Winde wil de West-Brabantse beken optrekken. *Visionair* 22: 20-23.
- Beers M (2014). Echte beken meanderen. *Visionair* 34: 32-35.
- Bijlsma RJ, Agrillo E, Attorre F, Boitani L, Brunner A, Evans P, Foppen R, Gubbay S, Janssen JAM, van Kleunen A, Langhout M, Pacifici M, Ramirez I, Rondinini C, van Roomenwaaij CAM, Winter HV (2018). Defining and applying the concepts of Favourable Reference Values for species and habitats under de EU Birds and Habitat Directives; Examples of setting favourable reference values. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Report 2929. 220 pp.
- Breve NWP, Winter HV, van Overzee HMJ, Farrell ED, Walker PA. (2016). Seasonal migration of the starry smooth-hound shark *Mustelus asterias* between the southern North Sea and the Bay of Biscay, as revealed from tag-recapture data of an angler led tagging programme in the Netherlands. *Journal of Fish Biology* 89: 1158-77.
- Breve N, Vis H, Breukelaar AW (2018). Escape from the North Sea: the possibilities for pikeperch (*Sander lucioperca* L. 1758) to re-enter the Rhine and Meuse estuary via the Haringvlietdam, as revealed by telemetry. *Journal of Coastal Conservation* 23.
- Breve NWP, Winter HV, Wijmans PADM, Greenway ESI, Nagelkerke LAJ (2020). Sex differentiation in seasonal distribution of the starry smooth-hound *Mustelus asterias*. *J. Fish Biol.*
- Borcherding J, Heynen M, Jäger-Kleinicke T, Winter HV, Eckman R (2010). Re-establishment of the North Sea houting in the River Rhine. *Fisheries Management and Ecology* 17: 291-293.
- Cusell C (2016). Watersysteemanalyse Markiezaatsmeer-Binnenschelde. Waterschap Brabantse Delta. Witteveen+Bos Rapport BR668-21/16-005.665.
- de Boois I, Couperus AS (2020). Ankerkuilbemonstering in de Westerschelde: resultaten 2020 en meerjarenoverzichten. Wageningen Marine Research rapport C098/20
- de Groot SJ (2002). A review of the past and present status of anadromous fish species in The Netherlands: is restocking the Rhine feasible? *Hydrobiologia*, 478, 205-218.
- de Leeuw JJ, Winter HV (2008). Migration of rheophilic fish in the large lowland rivers Meuse and Rhine, the Netherlands. *Fisheries Management and Ecology* 15: 409-415.
- de Wilt H (2015). Deltaplan voor Zeeuwse Vismigratie. *Visionair* 35: 8-11.
- Deltares, (2019). Wel visintrek, geen zoutindringing. Rapport als onderdeel van het Corporate Innovatieprogramma (CIP) 2019. 11203690-004-BGS-0002
- Dubbeldam MC, Broekhoven BJL (2014) Kansen en knelpunten voor vismigratie bij zoet-zout overgangen in het Volkerak-Zoommeer. Monitoring en resultaten 2013-2014. Stichting Zeeschelp: 59.
- Griffioen AB, Winter HV, van Hal R (2017). Prognose visstand in en rond het Haringvliet na invoering van het Kierbesluit in 2018. Wageningen University & Research Rapport C081/17.
- Griffioen AB, Winter HV (2019). Eindrapportage 0-monitoring Vismigratierivier Afsluitdijk: Een bureaustudie van bestaande onderzoeken voorafgaand aan de bouw van de Vismigratierivier Afsluitdijk. Wageningen Marine Research Report C006/19.
- Griffioen AB, Winter HV, van Keeken OA, van Houten B (2019). Intrek van glasaal en driedoornige stekelbaars in het Noordzeekanaal voorjaar 2018. Aanbodschattingen, passage-efficiëntie, timing en verspreidingsgedrag, onderzocht met behulp van merk-terugvangst experimenten. Uitgevoerd in het kader van het samenwerkingsverband Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal en Ommelanden. Wageningen Marine Research Report C054/19.
- Heessen HJL, Daan N, Ellis JR, (2015). *Fish Atlas of the Celtic Sea, North Sea and Baltic Sea*. Wageningen Academic Publishers. ISBN 9789050115377
- Hop J (2016). Visstand Haringvliet en Voordelta - heden. Rapport 20150469/01. ATKB, Waardenburg. Deelproject Monitoring van het Droomfondsproject Haringvliet.
- Hop J (2017). Visstandonderzoek Grevelingenmeer voor- en najaar 2017. ATKB-rapport 20161256/002.
- Kooiman M, Ploegaert SMA (2019). Samen voor de Aal; Kruisnetmonitoring Zeeland 2017-2019. Projectnummer 2017.051. Stichting RAVON, Nijmegen.
- Mies J, van Giels J (2017) Rapport visstandonderzoek Volkerak-Zoommeer najaar 2017. ATKB: 20170681/rap01.

- 
- Moonen J, van Emmerik W (2018). Toekomst voor de fint. *Visionair* 49: 35-37.
- Mulder IM, Winter HV, Tangelder M (2020). Kansen voor vismigratie in het Volkerak-Zoommeer en aangrenzende wateren. *Memo Wageningen Marine Research*, juni 2020.
- Mulder IM, Tulp I (2020). De functie van kwelders voor vis. *Water Matters (H2O)* December 2020: 16-19.
- Philipsen P (2021). Visie op vismigratie in de Zuidwestelijke Delta: Op weg naar een breed gedragen integrale vismigratie-aanpak. *Advies-rapport in opdracht van Rijkswaterstaat Zee en Delta*, uitgevoerd door Nature at Work.
- Ploegaert SMA, Vos M, Schiphouwer M, Kranenbarg J, Herder j (2017). Een Zegen in de Delta – Nulmeting 2018. Onderzoek naar de kraamkamerfunctie van de Zuid-Hollandse delta. *Ravon* 2017.109, rapport.
- Ploegaert SMA, Tummers JS (2019). *Viscorridors Zuidwestelijke Delta. Monitoringsplan vismigratieroute Bathse Spuisluis - Volkeraksluizen*. Projectnummer 2018.168. Stichting RAVON, Nijmegen
- Projectgroep Samen voor de Aal, 2019. Samen voor de Aal; Kruisnetmonitoring Zuid-Holland resultaten en analyse 2015-2018. Projectnummer 2015.031. Stichting RAVON, Nijmegen.
- Reubens J, Verhelst P, van der Knaap I, Wydooghe B, Milotic T, Deneudt K, Hernandez F, Pauwels, I. (2019). The need for aquatic tracking networks: The Permanent Belgian Acoustic Receiver Network. *Animal Biotelemetry*, 7(1).
- Schamenee JHJ, Janssen JAM, Litjens GJJM, Mulder JPM, Roels B, Smith SR, Walles B, van Winden A, Winter HV, Ysebaert T (2019). Biodiversiteit in de Zuidwestelijke Delta. *Wageningen Environmental Research Report* 2942.
- Quak J (2016). Van Aal tot Zalm tussen zoet en zout Een beschouwing over de visstand in het Haringvliet, Hollands Diep en Goereesche Gat tussen 1870-1970. *Rapport sportvisserij Nederland*, Bilthoven, rapport.
- Stevens M, Van den Neucker T, Gelaude E, Baeyens R, Jacobs Y, Mouton A, Buysse D, Coeck J. (2011). Onderzoek naar de trekvissoorten in het Schelde-estuarium. Voortplantings- en opgroei-habitat van rivierprik en fint. *Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2011* (14). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Tangelder M, Winter HV, Ysebaert T (2017). *Ecologie van zoet-zout overgangen in deltagebieden: Literatuurstudie en beoordeling van een scenario in het Volkerak-Zoommeer*. Wageningen Marine Research rapport C116/17
- Tangelder M, Ysebaert T, Wijsman J, Janssen J, Mulder I, Nolte A, Stolte W, van Rooijen N, van den Bogaart L (2019). *Ecologisch onderzoek Getij Grevelingen* Onderzoek naar de historische ontwikkeling van het watersysteem en inschatting van de autonome ontwikkeling vergeleken met getijscenario's en effecten op Natura 2000-soorten en habitats bij gedempt getij. Wageningen Marine Research rapport C089/19.
- Tangelder M, Winter HV, Nolte A, Ysebaert T (2020). *Ecologische betekenis van zoet-zout overgangen en evaluatie van herstel met mode-studie Volkerak-Zoommeer*. *Water Matters (H2O)* December 2020: 8-11.
- van Rijssel JC, van den Puijenbroek M, Schilder K, Winter HV (2019). *Impact van verschillende visserijvormen op trekvis*. Wageningen Marine Research Report C046/19.
- van Rijssel JC, van Keeken OA, de Leeuw JJ, (2020). *Vismonitoring Rijkswateren t/m 2019 Deel 1: Toetsing en trends*. IJmuiden: Wageningen Marine Research rapport C105/20.
- Visser S, de Bruijne W, Houben B, Roels B, Brevé N (2020). *First Action Plan for the European Sturgeon (Acipenser sturio) for the Lower Rhine: Paving the way towards a reintroduction and restoration of the European Sturgeon*. WNF/ARK/Sportvisserij NL rapport.
- Vrielynck S, Belpaire C, Stabel A, Breine J, Quataert P (2003). *De visbestanden in Vlaanderen anno 1840-1950: Een historische schets van de referentietoestand van onze waterlopen aan de hand van de visstand, ingevoerd in een databank en vergeleken met de actuele toestand*. Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, Rapport IBW.Wb.V.R.2002.89.
- Winter HV, Fredrich F (2003). *Migratory behaviour of ide, Leuciscus idus: a comparison between the lowland rivers Elbe, Germany, and Vecht, The Netherlands*. *Journal of Fish Biology* 63:871-880.
- Winter HV (2017). *Taxonomische status van houting in Nederlandse wateren*. Wageningen Marine Research Rapport C115/17.

- 
- Winter HV, Griffioen AB, Schollema PP (2019). Zijn de Ruiten Aa en Westerwoldsche Aa na beekherstel geschikt voor rivierprik? Een vergelijkende studie met Gasterensche Diep (Drentsche Aa). Wageningen Marine Research Report C103/18.
- Winter HV, Mulder IM, Griffioen AB, van Rijssel JC, J.J. de Leeuw JJ, Tulp I (2020). Herstel van vismigratie in het Haringvliet: kennisvragen, monitoring en wetenschappelijk onderzoek. Wageningen Marine Research Report C061/20.
- Winter HV (2020). Monitoringplan vismigratie Nieuwe Waterweg en Haringvliet integrale studies intrek en uittrek tussen rijkswater en polders. Memo Wageningen Marine Research, November 2020.

---

# Verantwoording

Rapport C020/21

Projectnummer: 4318100312

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. Ingrid Tulp  
Senior onderzoeker

Handtekening: 

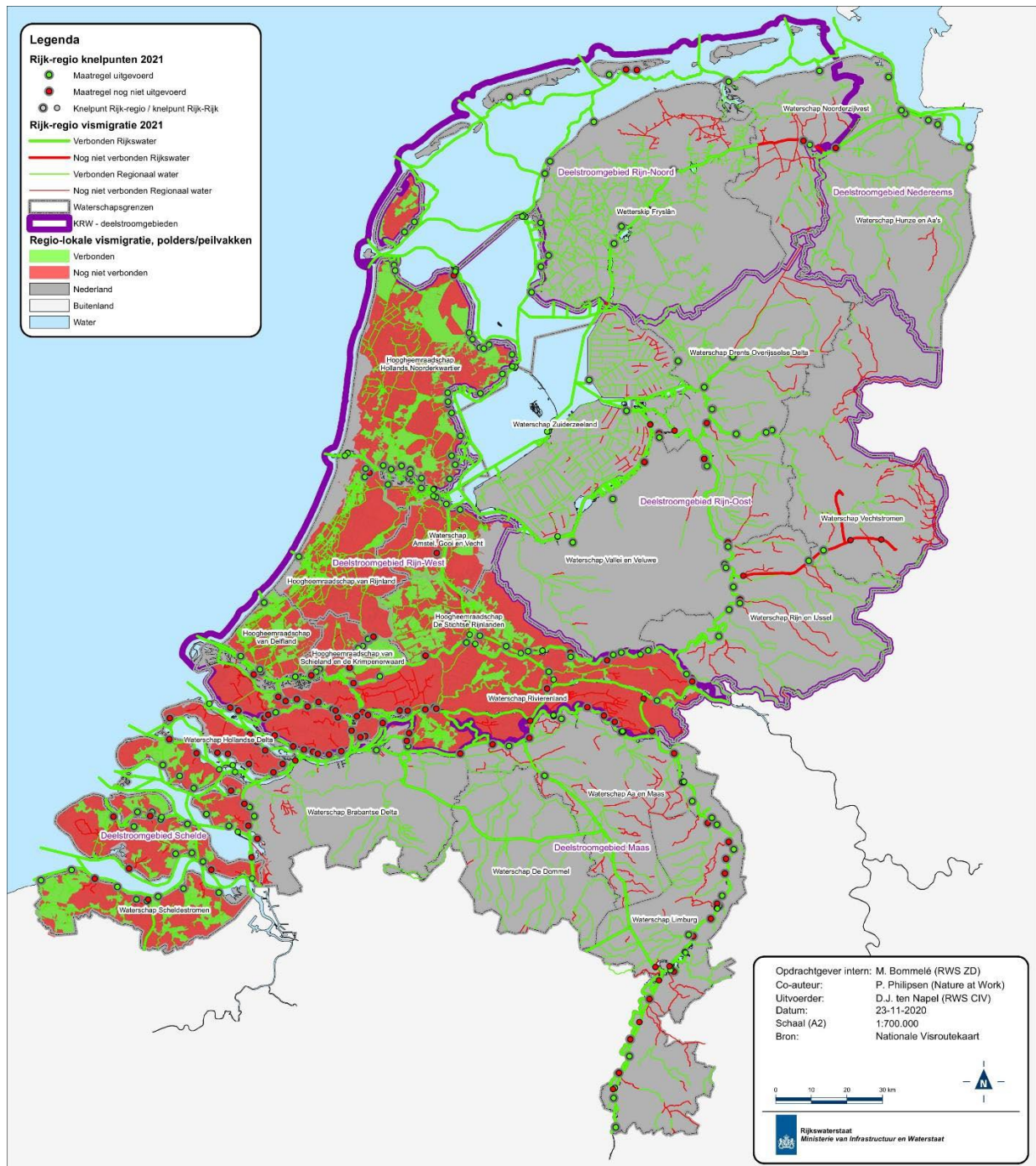
Datum: 12 maart 2021

Akkoord: Drs. Jakob Asjes  
MT lid Integratie

Handtekening: 

Datum: 12 maart 2021

# Bijlage 1 Nationale visroute kaart



De digitale Nationale visroutekaart database met verbindingen en ontsloten wateren, Bron: Nationale Visroutekaart RWS.

## Bijlage 2 N2000: vissoorten en visetende soorten die zijn aangewezen per gebied in de Zuidwestelijke Delta

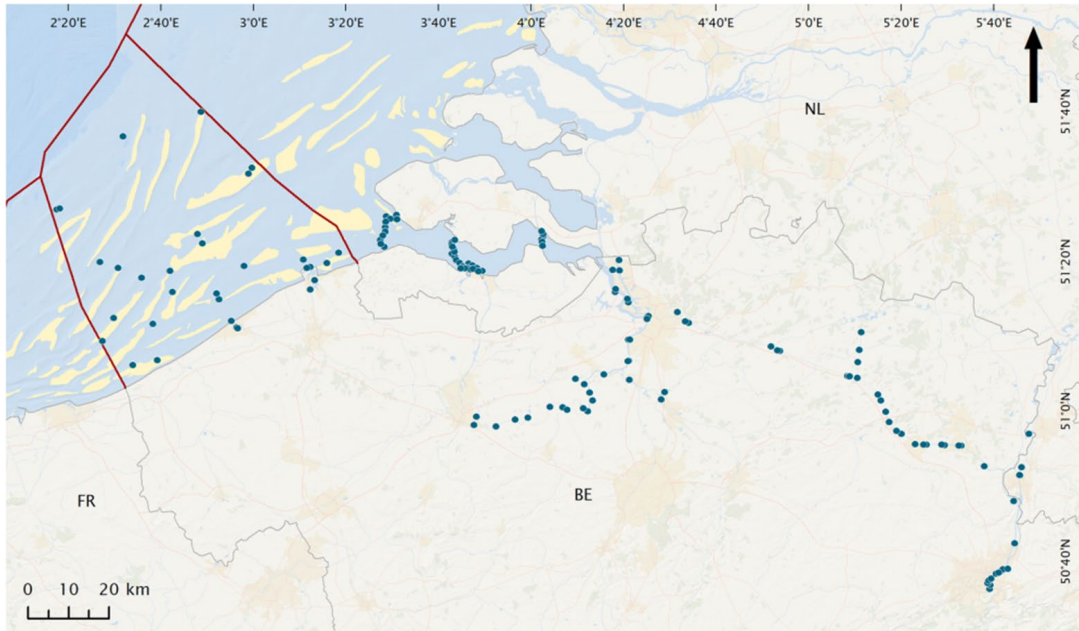
In onderstaande tabel zijn voor alle N2000 gebieden in de Zuidwestelijke Delta de vissoorten, visetende zoogdieren en visetende vogels weergegeven:

N2000 Gebied	Diadrome vis					Zoetwatervis			Zoogdier			Visetende vogels																	
	zeeprk	rivierprk	eift	fint	zalm	bittervoorn	grote modderkruiper	kleine modderkruiper	rivierdonderpad	Bruinvis	grijze zeehond	gewone zeehond	fuut	dodaars	kuifduiker	geoorde fuur	aalsolver	kleine zilverreiger	lepelaar	middelste zaagbek	zeearend	visarend	kleine mantelmeeuw	dwergmeeuw	zwartkopmeeuw	grote stern	visdief	noordse stern	dwergstern
Hollands Diep	x	x	x	x	x	x	x	x											bf										
Haringvliet	x	x	x	x	x	x	x	x	x			f					f	f	f			f				b	b	b	b
Voordelta	x	x	x	x						x	x	x	f		f		f	f	f					f					
Grevelingen											x	x	f	f	f	f	f	f	f								b	b	b
Oosterschelde				x						x	x	x	f	f	f		f	f	f								b	b	b
Krammer-Volkerak								x					f		f		f		bf	f		f			b		b	b	
Markiezaatmeer													f	b		f	f		bf										
Veerse Meer													f	f			bf	f	bf	f				b					
Vlakte van Raan	x	x		x						x	x	x																	
Westerschelde	x	x		x						x	x	x	f					f	f	f	f				b	b	b	b	
Zoommeer													f												b		b		
Zwin																			b										

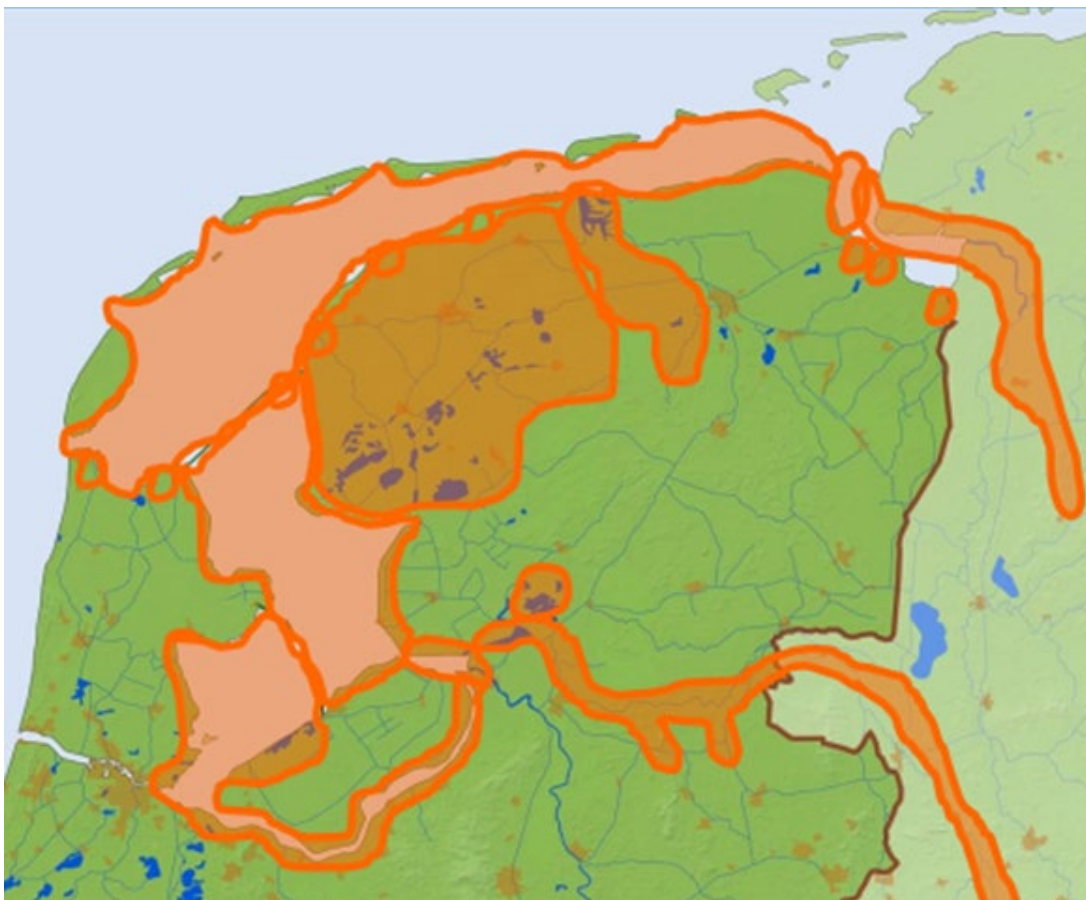
b=broedgebied; f=foereergebied



## Bijlage 3 Akoestische telemetrie- netwerken in Nederland en België



*Permanent netwerk met akoestische detectiestations (LIFEWATCH België, Reubens et al. 2019)*



*Netwerk met akoestische detectiestations (270-400 ontvangers) in verschillende projecten voor de komende jaren in Noord-Nederland.*

---

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

Bezoekers adres:

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

---

**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.



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'