



**Vlaanderen**  
is wetenschap

## Vissen en sediment in de Zeeschelde

Een beknopte risico analyse voor het Strategisch-MER  
Complex Project Extra Containercapaciteit Antwerpen

Erika Van den Bergh, Ine Pauwels, Jan Breine

INSTITUUT  
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

**Auteurs:**

Erika Van den Bergh, Ine Pauwels, Jan Breine  
*Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek*

Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is het Vlaams onderzoeks- en kenniscentrum voor natuur en het duurzame beheer en gebruik ervan. Het INBO verricht onderzoek en levert kennis aan al wie het beleid voorbereidt, uitvoert of erin geïnteresseerd is.

**Vestiging:**

INBO Brussel  
Havenlaan 88, bus 73 1000 Brussel  
[www.inbo.be](http://www.inbo.be)

**e-mail:**

[erika.vandenbergh@inbo.be](mailto:erika.vandenbergh@inbo.be)

**Wijze van citeren:**

Van den Bergh E, Pauwels I en Breine J (2018). Vissen en sediment in de Zeeschelde. Een beknopte risico analyse voor het Strategisch-MER Complex Project Extra Containercapaciteit Antwerpen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2018 (75). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.  
DOI: [doi.org/10.21436/inbor.15396954](https://doi.org/10.21436/inbor.15396954)

**D/2018/3241/257**

**Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2018 (75)**

**ISSN: 1782-9054**

**Verantwoordelijke uitgever:**

Maurice Hoffmann

**Foto cover:**

Visser aan het Deurganckdok (Vildaphoto)

**Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van:**

Havenbedrijf Antwerpen, Zaha Hadidplein 1, 2030 Antwerpen.  
Opdrachtnummer 4180009902





## **Vissen en sediment in de Zeeschelde**

Een beknopte risico analyse voor het Strategisch-MER Complex  
Project Extra Containercapaciteit Antwerpen

**Erika Van den Bergh, Ine Pauwels en Jan Breine**

Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2018 (75)  
[doi.org/10.21436/inbor.15396954](https://doi.org/10.21436/inbor.15396954)

## Dankwoord/Voorwoord

Dank aan David Buysse, Geert Spanoghe, Eric Stienen, Raf Baeyens, Frank Van de Meutter, Alexander Van Braeckel en Gunther Van Ryckegem voor het aanleveren van soortspecifieke informatie, de inspirerende gedachten en het nalezen van de tekst. Jan Brooke (Peel Ports) en Jörg Scholle (Ecoconsult) reikten voorbeelden aan van relevante beheermaatregelen die toegepast worden in het Verenigd Koninkrijk en Duitsland.

## Samenvatting

Dit rapport handelt over de mogelijke impact van verhoogde sedimentconcentraties in het water op de visgemeenschappen in de Zeeschelde.

In de literatuur wordt benadrukt dat er naast verhoogde sedimentconcentraties ook andere bagger en stort gerelateerde stress factoren zijn zoals het vrijkomen van toxische stoffen, sediment depositie, verlies van habitat en prooiorganismen, baggergeluid en opzuigeffecten. Doorgaans worden een aantal impact categorieën onderscheiden: (1) gedragseffecten (2) fysiologische stress (3) fysieke stress en (4) verhoogde mortaliteit of (5) verminderde rekrutering. Vooral de mogelijke gevolgen van de gedragseffecten zijn onderbelicht en treden al op bij zeer lage concentraties. Nochtans kunnen ze sterk de estuariene visgemeenschapstructuur en de energietransfer in het estuariene voedselweb beïnvloeden.

De intensiteit en aard van de impact verschillen naargelang de levensfase (larven en eitjes zijn het meest gevoelig) en de levenswijze van de soort (trekvissen en marien juvenielen zijn relatief gevoeliger). Niet alleen de sedimentconcentratie is bepalend maar ook de samenstelling en de blootstellingsduur daaraan.

Naar aangepast beheer toe wordt gezocht naar het voor vissen meest 'kwetsbare venster' in tijd en ruimte en naar de kritische ondergrens voor blootstellingsdosis. Beiden zijn, omwille van de complexe dynamiek van estuaria in het algemeen en van de visgemeenschappen daarin in het bijzonder veelal estuarium specifiek en niet zonder meer te extrapoleren van het ene estuarium naar het andere. Ze moeten eerder vastgesteld worden op basis van de plaatselijke situatie en in situ onderzoek. Zowel in UK als in Duitsland wordt dit kritische venster jaarlijks vastgesteld op basis van specifiek daarop gerichte monitoring.

Voor de Zeeschelde wordt voor de meest relevante soorten zo goed als mogelijk gezocht naar 'ecologische kwetsbaarheidsvensters' in tijd en ruimte op basis van soort specifieke literatuur en van de monitoringdata van het vismeetnet Zeeschelde (INBO). 20 Soorten zijn geselecteerd op basis van beschermingsstatus, economisch en maatschappelijk belang, abundantie en belang voor het functioneren van het estuariene voedselweb.

Per aandachtsoort wordt het habitatgebruik voor elke levensfase zo volledig mogelijk in tijd en ruimte weergegeven om zo goed als mogelijk het kwetsbare ecologische venster te definiëren. De bevindingen zijn samengevat weergegeven in tabel 7.1 (p. 33). Gevoelige soorten zijn vooral de diadrome en marien juveniele soorten. In de Zeeschelde zijn april-mei-juni de maanden met het grootste alarmsignaal omwille van de larven en eitjes van fint, stekelbaars, paling, bot en haring. In de Boven Zeeschelde zijn ook de maanden februari en maart gevoelig omwille van de spieringlarven. Voor de zoetwatersoorten die besproken werden, worden geen specifieke problemen verwacht. Voor een groot aandeel van de besproken soorten zijn de mogelijke gevolgen van verhoogde sedimentconcentraties in de Zeeschelde moeilijk in te schatten. Ook het habitatgebruik en de levenscyclus in de Zeeschelde zijn voor een aantal soorten onvoldoende gekend. Concrete informatie met betrekking tot het paaihabitat, het meest kritisch voor succesvolle rekrutering, ontbreekt voor vele soorten in de Zeeschelde.

## Aanbevelingen voor beheer en/of beleid

Om de gevolgen van het sedimentbeheer in het Schelde-estuarium gericht aan te passen met het oog op mitigatie van de gevolgen voor de visgemeenschappen moet proactief voor de aandachtsoorten het 'ecologisch kwetsbaarheidsvenster' in tijd en ruimte vastgesteld worden, op basis van levenscyclus en habitatgebruik. In combinatie met het vaststellen van de kritische ondergrens voor blootstellingsdosis voor sedimentconcentraties kunnen dan succesvol beheermaatregelen ingezet worden.

Eitjes en larven zijn de meest gevoelige stadia in de levenscyclus, waarop dus meest succesvol beheermaatregelen kunnen ingezet worden. Tabel 7.1 (p. 33) geeft aanwijzingen voor de meest kwetsbare perioden en zones in de Zeeschelde waarop eventueel kan ingezet worden: in de Beneden-Zeeschelde zijn april-mei-juni de maanden met het grootste alarmsignaal omwille van de larven en eitjes van fint, stekelbaars, paling, bot en haring. Er is echter in dit stadium nog geen indicatie beschikbaar voor de kritische ondergrens voor blootstelling van de betrokken soorten.

Binnen het bestek van de beknopte risico analyse 'Vissen en sediment in de Zeeschelde' was de beschikbare tijd te beperkt om een complete literatuurstudie uit te voeren. Een complete review van alle beschikbare literatuur valt aan te bevelen. Er is echter een grote variabiliteit in estuariene ecologie en estuariene soorten kunnen een grote plasticiteit vertonen naargelang het estuarium in kwestie. Daarom kunnen bevindingen uit andere estuaria niet blindelings geëxtrapoleerd worden naar het Schelde-estuarium.

Om voor de Schelde betekenisvolle beheerstrategieën te kunnen ontwikkelen is degelijk inzicht vereist in de mechanismen waarop verhoogde sedimentconcentraties de visgemeenschap beïnvloeden. Habitatgebruik, vooral concrete informatie over paaihabitat, en levenscyclus in het Schelde-estuarium zijn voor een aantal aandachtsoorten in de Zeeschelde onvoldoende gekend. De mogelijke gevolgen van verhoogde sedimentconcentraties in water en daaraan gerelateerde stressfactoren op het gedrag van vissen zijn eveneens onderbelicht en moeten nader onderzocht worden. Om efficiënte mitigerende maatregelen te kunnen definiëren is het aangewezen de kennislücken zo goed mogelijk te prioriteren en een strategie te ontwikkelen om deze zo efficiënt mogelijk te verkleinen. Soortgericht onderzoek wint aan relevantie en is meer verantwoord indien het geïntegreerd wordt in het bredere voedselweb/ecosysteem - experimenteel/model raamwerk van het lopende Schelde onderzoek.

## English abstract.

A new location is currently being sought in the port of Antwerp for additional container capacity in order to cope with the expected growth up until 2030. Different scenarios are investigated and environmental impacts are compared in a strategic environmental impact assessment (S-EIA). Each variant calls for increased dredging activities and brings along increased suspended solid concentrations (SSC) in the Zeeschelde, the Flemish part of the Schelde estuary. This report presents the current knowledge on possible consequences from increased turbidity for the fish populations in the Zeeschelde.

In literature other effects from sediment dredging and dumping with possible ecological consequences besides increased turbidity are described, i.e. release of toxic substances, sediment deposition on habitats, loss of foraging habitat and prey organisms, sound pollution and abduction of prey organisms. The need is stressed to consider the interactive effects of these multiple dredging-related stressors but here we concentrate on the effects of increased suspended solids. Possible impacts are categorized in (1) behavioral effects (2) physiological stress (3) physical stress, (4) increased mortality and (5) reduced recruitment. Especially possible consequences of behavioral effects, evoked by even slight changes in SSC are generally underestimated. Yet they can strongly influence estuarine fish communities as well as energy transfer in the estuarine food web.

The impact intensity and category vary according to life stage (larvae and eggs are most vulnerable) and life history (diadromous fish and marine juveniles are more sensitive). Not only SSC but also duration of exposure, timing and sediment composition are important factors.

To define effective mitigation measures it is necessary identify the critical environmental window in space and time as well as critical doses for the species of interest in the estuary. These cannot be blindly copied between estuaries because of the complex and ever changing nature of estuarine fish populations. They have to be identified based on the local situation and in situ studies. In UK and Germany this critical environmental window is identified every year through specific monitoring.

Here the critical environmental window in space and time is defined as far as possible for 20 relevant fish species in the Zeeschelde, based on species specific literature as well as data from the Zeeschelde fish monitoring network (INBO). Species were selected based on protection status, Flemish red list category for fishes, economical and societal importance, local abundance and key position in the estuarine food web.

For each species and life stage (larvae/egg; juvenile, adult, migration) habitat use in space and time is presented as completely as possible (Table 1). Diadromous and marine juvenile species are most vulnerable. In the Zeeschelde April May and June are the most vulnerable months because of the presence of eggs and larvae for Twait shad, Three spine stickleback, Eel, Flounder and Atlantic herring. In the Upper Zeeschelde February and March are also vulnerable months because of smelt larvae. For the fresh water species in the list no SSC related problems are expected. However, for many of the species possible consequences of increased SSC in the Zeeschelde remain hard to estimate and critical doses need to be quantified. Even habitat use, especially specific information on spawning habitat, the most critical of all, and life cycle in the Zeeschelde are insufficiently known for some of the species. Hence an essential first step in determining effective risk reduction measures and developing management measures are the identification and ranking of these knowledge gaps as well as designing in situ and experimental studies to address them.





# Inhoudstafel

Dankwoord/Voorwoord.....	4
Samenvatting .....	5
Aanbevelingen voor beheer en/of beleid .....	6
English abstract.....	7
<b>1</b>	<b>Aanleiding..... 10</b>
<b>2</b>	<b>Plan van Aanpak..... 11</b>
<b>3</b>	<b>Mogelijke effecten van verhoogde sedimentconcentraties op visgemeenschappen ..... 13</b>
<b>4</b>	<b>Beheerstrategieën om gevolgen voor de visgemeenschappen van verhoogde sedimentconcentraties te milderen..... 16</b>
4.1	UK..... 16
4.2	Duitsland ..... 17
<b>5</b>	<b>Selectie van aandachtsoorten voor de Zeeschelde..... 18</b>
5.1	Trekvissen ..... 18
5.2	Estuarien residente soorten ..... 21
5.3	Mariene juvenielen ..... 21
5.4	Mariën seizoensale vissen ..... 21
5.5	Zoetwatervissen ..... 21
<b>6</b>	<b>Bespreking per soort ..... 22</b>
6.1	Trekvissen ..... 22
6.1.1	Rivierprik ( <i>Lampetra fluviatilis</i> ) ..... 22
6.1.2	Zeeprik ( <i>Petromyzon marinus</i> ) ..... 22
6.1.3	Fint ( <i>Alosa fallax</i> )..... 23
6.1.4	Spiering ( <i>Osmerus eperlanus</i> ) ..... 24
6.1.5	Zeeforel ( <i>Salmo trutta</i> )..... 25
6.1.6	Driedoornige stekelbaars ( <i>Gasterosteus aculeatus</i> )..... 25
6.1.7	Paling ( <i>Anguilla anguilla</i> )..... 26
6.1.8	Bot ( <i>Platichthys flesus</i> ) ..... 27
6.1.9	Dunlipharder ( <i>Chelon ramada</i> ) ..... 27
6.2	Estuarien residente vissen ..... 28
6.2.1	Kleine zandspiering ( <i>Ammodytes tobianus</i> ) ..... 28
6.2.2	Brakwatergrondel ( <i>Pomatoschistus microps</i> )..... 28
6.2.3	Dikkopje ( <i>Pomatoschistus minutus</i> ) ..... 29
6.3	Mariene juvenielen ..... 29
6.3.1	Rode poon ( <i>Chelidonichthys lucernus</i> ) ..... 29
6.3.2	Haring ( <i>Clupea harengus</i> )..... 30
6.3.3	Zeebaars ( <i>Dicentrarchus labrax</i> ) ..... 30
6.3.4	Tong ( <i>Solea solea</i> ) ..... 31
6.4	Mariën seizoensale vissen ..... 32
6.4.1	Ansjovis ( <i>Engraulis encrasicolus</i> )..... 32
6.4.2	Sprot ( <i>Sprattus sprattus</i> ) ..... 32
6.5	Zoetwatervissen ..... 33
6.5.1	Europese meerval ( <i>Silurus glanis</i> ) ..... 33
6.5.2	Snoekbaars ( <i>Sander lucioperca</i> ) ..... 33
<b>7</b>	<b>Besluit..... 35</b>
Referenties .....	36

# 1 Aanleiding

Voor het Complex Project Extra Containercapaciteit Antwerpen (CP ECA) worden verschillende scenario's onderzocht en de milieueffecten worden in een strategisch milieu effect rapport (S-MER) vergeleken en afgewogen.

Alle varianten brengen in mindere of meerdere mate verhoogde baggerinspanningen en verhoogde turbiditeit in de Zeeschelde met zich mee in de aanleg en/of gebruik. Voor de inschatting van de ecologische gevolgen daarvan zijn er nog een aantal hiaten in de kennis.

Als input voor het S-MER CP-ECA wordt in dit rapport de huidige kennis met betrekking tot mogelijke gevolgen van verhoogde turbiditeit op het visbestand van de Zeeschelde inzichtelijk voorgesteld. Om de ecosystemendiensten van het Schelde-estuarium te optimaliseren is het echter belangrijk dat economische ontwikkelingen de robuustheid van het ecosysteem niet in de weg staan. Daarom is het nodig om op de langere termijn deze mogelijke gevolgen en de hiaten in de kennis diepgaander te onderzoeken alsook of en hoe de impact van verhoogde sedimentconcentratie in het water op het visbestand in de Zeeschelde kan gemilderd worden.

Op deze korte termijn kon geen totaal onderzoeksplan uitgevoerd worden. In wat volgt wordt een voorstel geformuleerd voor een werkwijze die haalbaar en werkbaar is als input voor het S-MER. De resultaten kunnen tevens een kader voor afbakening van vervolgonderzoek aanreiken.

## 2 Plan van Aanpak

De visgemeenschap in een estuarium kent een complexe samenstelling die van seizoen tot seizoen varieert. Naar estuarien habitatgebruik onderscheiden we estuarien residente soorten die hun hele leven in het estuarium doorbrengen, marien juveniele vissen die in het estuarium komen opgroeien, marien seizoenale vissen die ook als adult af en toe de gunstiger condities in het estuarium opzoeken, typische zoetwatersoorten die ook in het estuarium kunnen leven en diadromen of trekvisen die zich verplaatsen tussen zoet water en de zee. Diadroom migratiegedrag kan verder worden onderverdeeld in anadrome, catadrome en amfidrome migratie (Northcote 1998). Bij anadrome migratie leven vissen als oudere juvenielen en subadulten in de zee maar trekken bij rijpheid het estuarium op en de rivieren in om er te paaien (vb. rivierprik, populaties van driedoornige stekelbaars). Catadrome migratie verwijst naar vissen die hun hele vroege leven doorbrengen in estuaria of zoetwater maar bij rijpheid de rivier aftrekken naar zee om te paaien (vb. paling). Amfidrome migratie (zich verplaatsen tussen rivieren en de oceaan) verwijst naar vissen die aanzienlijke delen van leven spenderen in zowel zoetwater als in zeewater, zich voeden en opgroeien in beide, en de migraties die ze ondernemen lijken geen direct verband te houden met hun voortplanting (McDowall 1995). Voorbeelden van amfidrome vissoorten zijn o.a. dunlipharder en bot. Daarnaast zijn er ook nog mariene soorten die af en toe als dwaalgast het estuarium opzwemmen. Hun mate van aanwezigheid is een goede graadmeter voor de omgevingskwaliteit, maar populaties van deze soorten zijn niet afhankelijk van de estuariene habitats. Daarom worden ze in dit rapport niet verder meegenomen.

Het vismonitoringprogramma Zeeschelde documenteert hoe de visgemeenschap in de Zeeschelde zich de voorbije decennia weer opbouwde uit het niets door de voortschrijdende waterzuivering in het Scheldebekken. De samenstelling en het seizoenaal patroon zijn nog zeer variabel en wisselen sterk van jaar tot jaar. Een belangrijke waarneming is alvast het groeiend belang van de Zeeschelde als kraamkamer en opgroei gebied voor economisch belangrijke zeevispopulaties en de terugkeer van diadrome sleutelsoorten.

Elke estuariene gebruik groep of gilde maakt op een andere manier gebruik van de Zeeschelde habitats en voor de meeste soorten zijn Zeeschelde habitats op een gegeven moment in hun levenscyclus essentieel om deze te vervolledigen. De IHD-z (Instandhoudingsdoelstellingen voor de Zeeschelde, Adriaensen et al. (2005)) voor vissen werden als volgt globaal per estuarien gebruik groep of gilde opgesteld:

- **Marien - estuariene vissen:** Het uitgesproken seizoenaal karakter in de soortensamenstelling van de marien-estuariene visgemeenschap in de Zeeschelde bestaande uit marien juveniele vissen, marien seizoenale vissen en estuariene vissen en de draagkracht van het estuarium voor jonge vis duiden op de jaarrond goede invulling van de kinderkamer- en foerageerfunctie. Het instandhouden en ondersteunen van deze seizoenale dynamiek is een prioritaire doelstelling voor het visbeleid in de Beneden-Zeeschelde.
- **Marien juveniel:** De Beneden-Zeeschelde draagt door haar goede kinderkamerfunctie significant bij tot de rekrutering van jonge vis tot de volwassen commerciële visstocks van haring, tong, zeebaars, wijting, schar en schol op de Noordzee. Hiertoe wordt er voldoende areaal luwe slikken, schorkreken, schorren en ondiepe subtidaal gebieden ontwikkeld die een hoog voedselaanbod en bescherming kunnen garanderen.
- **Estuarien:** Brakwatergrondel, dikkopje, puitaal, kleine zeenaald en slakdolf vinden in de Beneden-Zeeschelde voldoende foerageerhabitat om duurzame populaties te ontwikkelen. Hiertoe beschikken zij over een voldoende groot areaal laag dynamisch ondiep water en intergetijdengebied van goede kwaliteit.
- **Diadroom:** Het voorkomen van 0-groep (individuen die nog geen winter hebben doorgemaakt) catadrome en anadrome vissen in het zoetwatergetijdengebied van de Zeeschelde wijst op de volledige functie-invulling van het Scheldebekken als habitat voor diadrome soorten.
- **Anadroom:** Het Scheldebekken heeft op korte termijn (2010) zichzelf instandhoudende populaties van rivierprik, fint, spiering en van zeebek, elft en houting op middellange termijn (2020).
- **Eurytope vissoorten** (blankvoorn, brasem, pos, baars, alver, karper, kolblei en snoekbaars) houden duurzame populaties in stand in het zoetwatergetijdengebied. Vanuit de zijrivieren, polderwateren en kanalen kunnen rheofiele en limnofiele vissen komen foerageren in het zoetwatergetijdengebied.

Kadertekst 1: Doelstellingen voor de visgemeenschappen in de Zeeschelde zoals gedefinieerd in Adriaensen et al. (2005).

Beheer en beleid van de Zeeschelde moet mee invulling geven aan deze doelstellingen en de negatieve gevolgen van ingrepen hierop moeten zoveel als mogelijk gemitigeerd worden.

Om de impact van verhoogde turbiditeit in de Beneden-Zeeschelde op de relevante soorten in te schatten is er nood aan volgende informatie per aandachtsoort:

- Gebruik van de Zeeschelde habitats (saliniteitszone en seizoen) in elke levensfase (adult, reproductie, larve, juveniel en trekperiode)
- Gevoeligheid voor verhoogde sedimentconcentraties in elke levensfase.

In eerste instantie is deze informatie nodig voor de beschermde en de economisch belangrijke vissoorten die nu voorkomen in de Zeeschelde en bij uitbreiding op de referentielijst voor vissen in de Zeeschelde (Breine et al. 2011). In tweede instantie moet ook aandacht besteed worden aan sleutelsoorten die bepalend zijn voor het voedselweb of die een belangrijk aandeel vormen in het dieet van beschermde vogelsoorten en zeezoogdieren. Een deel van de vereiste informatie is gekend en kan zo aangereikt worden. Deze kan verder aangevuld worden met literatuur onderzoek en een inter-estuariene vergelijking waarbij het voorkomen en de toestand van vispopulaties gelinkt worden aan turbiditeit.

### 3 Mogelijke effecten van verhoogde sedimentconcentraties op visgemeenschappen

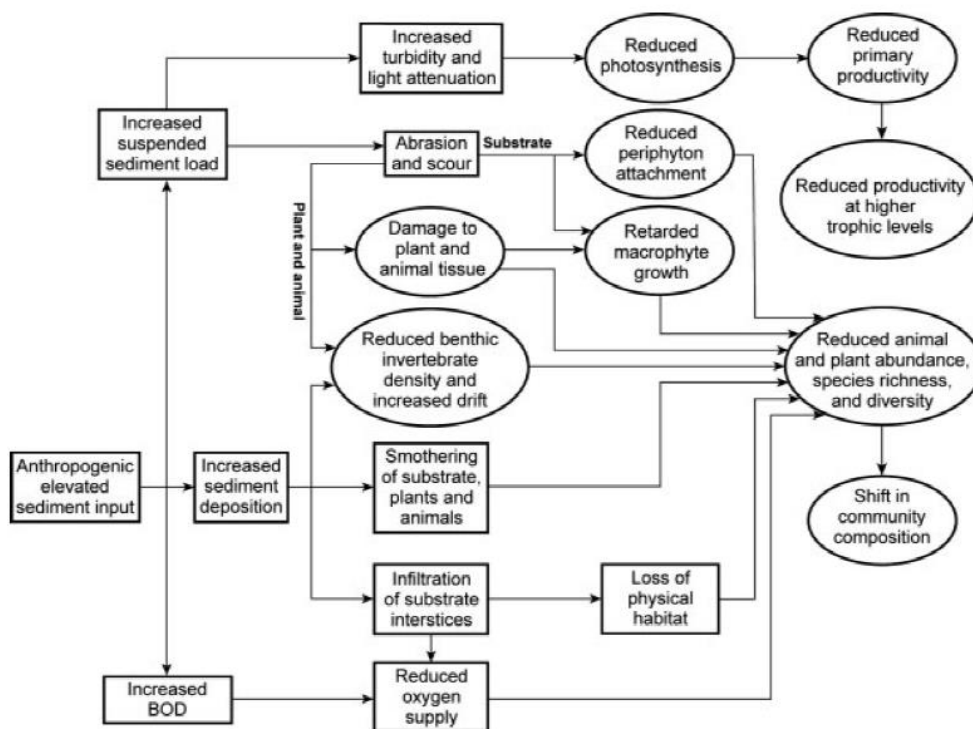
Een aantal literatuurstudies synthetiseren de mogelijke gevolgen voor visgemeenschappen van baggeren en storten in het algemeen en van het effect van de verhoogde sedimentconcentraties die daarmee gepaard gaan in het bijzonder (Kemp et al. 2011; Lowe et al. 2015; Newcombe and Jensen 1996; Wenger et al. 2017; Wilber and Clarke 2001). Een aantal trachten die gevolgen ook semi-kwantitatief te begroten en kritische drempelwaarden te definiëren naargelang de soort, het levensstadium en het soort stress factor. De belangrijkste bevindingen van deze studies worden hier samengevat.

De korte analyse in dit rapport handelt vooral over de mogelijke impact van verhoogde sedimentconcentraties in het water, een aspect dat ook de meeste aandacht krijgt in de literatuur. Er wordt echter benadrukt dat er daarnaast ook andere bagger en stort gerelateerde stress factoren zijn waarmee cumulatieve en interactieve effecten gedocumenteerd zijn: het vrijkomen van toxische stoffen, sediment depositie, verlies van habitat en prooiorganismen, baggergeluid en opzuigeffecten (Wenger et al. 2017). Naast eitjes en larven, zijn ook adulten van benthische en demersale soorten gevoelig aan baggerwerken waarbij sediment opgezogen wordt (Wenger et al. 2017).

Er worden een aantal impact categorieën onderscheiden: (1) gedragseffecten (vluchtgedrag, vermijding, nestvlucht, alarm, verstoorde communicatie, verstoord trekgedrag, suboptimaal habitatgebruik, verminderd territoriaal gedrag...) (2) fysiologische stress (verminderd foerageersucces, kieuwschade, suboptimale ademhaling, hormonale verstoring, huidletsels,...) (3) Fysische stress (verlate ontluiking van de eitjes, vertraagde groei, misgroeiing, slechte conditie) en (4) verhoogde mortaliteit of verminderde reproductie.

Er wordt op gewezen dat vooral de mogelijke gevolgen van de eerste categorie (aangepast gedrag) onderbelicht zijn. Uit de meta-analyse van Wenger et al. (2017) kon afgeleid worden dat veel soorten al bij zeer lage concentraties (20mg/l) gedragseffecten beginnen te vertonen. De concentraties in de Zeeschelde zijn daar doorgaans een tienvoud van (Maris & Meire, 2017; Figuur 3.2), we kunnen echter niet goed duiden welk aandeel daarvan de natuurlijke achtergrondconcentratie is en welk aandeel antropogeen. Aangezien het visbestand in de Zeeschelde zich herstelde onder een regime van haast continue baggerwerken en andere antropogene invloeden die verhoogde sedimentconcentraties veroorzaken kunnen we niet weten welke soorten eventueel daardoor niet terug kwamen en ook niet of het huidige habitatgebruik door de aanwezige soorten daar al dan niet door beïnvloed is. Verhoogde sedimentconcentraties kunnen immers gedragwijzigingen veroorzaken die niet alleen de populatie dynamiek van de soort maar ook de samenstelling van de visgemeenschap en de energietransfer in het voedselweb in verschillende saliniteitszones beïnvloeden. Indien anadrome vissoorten door vb. vluchtgedrag wachten om naar de paaigronden te gaan kan dat de rekrutering van dat seizoen beïnvloeden. Mariene migranten kunnen zich zo bv. ook, omwille van verhoogde turbiditeit, in een suboptimale saliniteitszone vestigen om op te groeien of te schuilen. Langdurige of zeer frequente verhoogde turbiditeit kan ook lange termijn verschuivingen in lokale densiteit en gemeenschapssamenstelling veroorzaken. Zo werd een dominantie switch tussen schar en schol in de Nederlandse Waddenzee gerelateerd aan langdurig verhoogde turbiditeit (De Jonge et al. 1993).

Effecten van verhoogde sedimentconcentraties op foerageersucces en predatie zijn uiteenlopend. De draagkracht en het voedselaanbod van het habitat kunnen via verschillende mechanismen verminderen en prooiorganismen kunnen hun gedrag aanpassen (Figuur 3. 1, Kemp et al, 2011). Zichtjagers zijn gehinderd bij het zoeken naar een prooi. De reactieve afstand en alertheid ten aanzien van predators kan hierdoor verminderen en sommige soorten komen ook meer frequent naar de oppervlakte bij verminderde lichtomstandigheden. Dergelijk gedrag verhoogt zowel de kans op eten als om te worden gegeten. In sommige gevallen biedt verhoogde turbiditeit ook voordelen, planktivoren detecteren soms gemakkelijker hun prooi omdat het plankton bij bepaalde lichtinval beter contrasteert tegen een achtergrond van gesuspendeerd sediment (Wenger et al. 2017). Sommige vissoorten passen hun dieet aan en switchen in geval van verhoogde turbiditeit van sneller zwemmende vissen naar trager voortbewegend plankton. Ook genetische aanpassingen aan langdurig verhoogde turbiditeit werden waargenomen. Larmuseau et al. (2009) kon aantonen dat het rodopsine-gen bij dikkopjes - dit gen regelt het schemerzicht - zich had aangepast aan de aard van de regio waarin ze leven. Ook voor andere vissoorten zoals kabeljauw en haring zijn er aanwijzingen dat zij zich aanpassen aan lokale lichtomstandigheden.



Figuur 3.1 Negatieve gevolgen van antropogeen verhoogde sedimentinput in stromende wateren voor de lagere trofische niveaus; rechthoek: fysicochemisch effect; ovaal: lange termijn ecologische respons (Kemp et al, 2011).

De impact verschilt naargelang het levensstadium: eitjes, embryo's en larven zijn algemeen gevoeliger en ondergaan veelal letale impact (Solimini et al, 2000). Juvenielen en adulten ondergaan eerder fysieke schade en fysiologische verstoringen (Wenger et al. 2017). Er is dus een seizoens aspect aan de gevolgen van verhoogde turbiditeit voor visgemeenschappen. Ook de specifieke levenswijze is bepalend voor de impact omdat die bepaalt in welke levensfase een soort met verhoogde sedimentconcentraties geconfronteerd wordt. Catadrome en marien juveniele vissen komen bijvoorbeeld het estuarium binnen in hun meer kwetsbare larvale/juveniele fase; voor estuariene vissen worden zelfs de nog niet en pas ontloken eitjes aan de verhoogde sedimentconcentraties blootgesteld. Algemeen wordt in de literatuur gesteld dat de aanwezigheid van geschikt paaihabitat het meest kritisch is voor succesvolle rekrutering van een vispopulatie. Voor vele soorten in de Zeeschelde is er weinig concrete informatie met betrekking tot het paaihabitat.

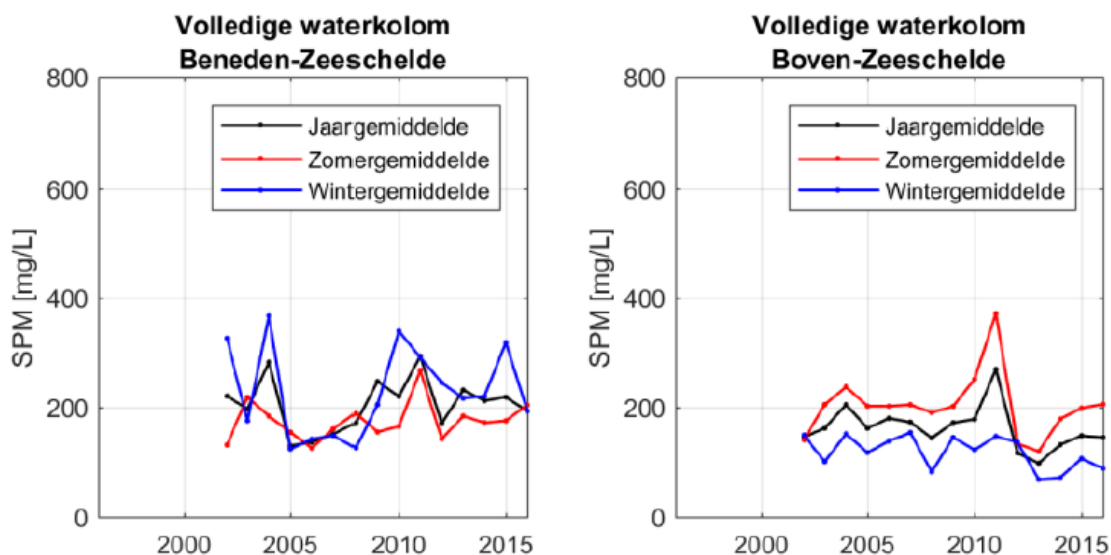
Niet alleen de concentratie van het sediment is bepalend maar ook de duur, de frequentie en snelheid van opeenvolging van events alsook de korrelgrootte van het gesuspendeerde sediment. Newcombe and Jensen (1996) definieerden blootstelling als concentratie(mg/l) x blootstellingsduur(h) en formuleerden zes vergelijkingen (voor verschillende gilden, levensfasen en korrelgroottes) om dosis respons klasse of categorie voor de overheersende sedimentklasse in te kunnen schatten. Wilber and Clarke (2001) verfijnden deze vergelijkingen en toetsten de gevonden kritische dosis waarden aan een realistische range van bagger-gerelateerde dosissen in de relevante habitats. Als milderende maatregel kan op basis van deze inschatting de toe te laten 'dosis' eventueel aangepast worden, of kan een kritische ondergrens voor de blootstelling aangehouden worden.

Deze kritische ondergrens wordt veelal experimenteel in labo omstandigheden vastgesteld als de LC50 concentratie (de concentratie die mortaliteit veroorzaakt bij 50% van de proefdieren). De kritische dosis die aldus vastgesteld wordt ligt veel hoger dan de doses die gedragseffecten of sub letale effecten veroorzaken (Tabel 3.1). Nochtans kunnen ook die impactvormen de populaties van de aandachtsoorten en de visgemeenschap in het algemeen in het gedrang brengen. Mortaliteit is niet de aangewezen impact indicator. In situ studies waarbij ook interactieve effecten van de verschillende bagger gerelateerde stress factoren mee in beschouwing genomen worden zouden een betere benadering van de echte kritische dosis opleveren. De juiste indicatoren zouden vroege stress signalen moeten opvangen zodat beheer kan bijgestuurd worden vooraleer mortaliteit optreedt (Wenger et al. 2017).

Tabel 3.1 Een aantal gekende dosis–effect relaties uit de literatuur voor soorten die relevant kunnen zijn in de Zeeschelde (naar Wilber en Clarke 2001).

Soort	stadium	concentratie (mg/l)	duur (dagen)	effect	bron
<i>Alosa</i> sp. Fint	ei	1.000	4	geen	Auld&Shubel 1978
	larve	100	4	13% mortaliteit	Auld&Shubel 1978
	larve	500	4	32% mortaliteit	Auld&Shubel 1978
	larve	1.000	4	30% mortaliteit	Auld&Shubel 1978
<i>Clupea pallasii</i> Haringachtige	larve	2.000	11	verminderde voedselopname	Boehlert & Morgan 1985
	larve	1.000	1	huidletsels	Boehlert 1984
	larve	4.000	1	geperforeerde huid	Boehlert 1984
<i>Apeltes quadracus</i> Stekelbaars	adult	18.000	1	50% mortaliteit	Rogers, 1969
	adult	200.000	1	95% mortaliteit	Rogers, 1969
<i>Neomysis integer</i> Aasgarnaal	adult	45	28	geen effect	Nimmo et al, 1982
	adult	230	28	40% mortaliteit	Nimmo et al, 1982
	adult	1.020	28	60-80% mortaliteit	Nimmo et al, 1982
	adult	45	4	geen effect	Nimmo et al, 1982
	adult	230	4	geen effect	Nimmo et al, 1982
	adult	1.020	4	geen effect	Nimmo et al, 1982

Ter vergelijking wordt hieronder een overzicht van zwevende stofconcentraties doorheen de tijd weergegeven in de waterkolom van de Zeeschelde.



Figuur 3.2 De jaar- en seonesgemiddelde zwevende stofconcentraties voor dieptestalen uit de volledige waterkolom in de Beneden Zeeschelde (Links) en de Boven Zeeschelde (Rechts) Maris & Meire, 2017.

## 4 Beheerstrategieën om gevolgen voor de visgemeenschappen van verhoogde sedimentconcentraties te milderen

In het algemeen wordt in de literatuur naar beheer toe aangemoedigd om proactief, op basis van de levenscyclus en het habitatgebruik van de aandachtsoorten in de plaatselijke visgemeenschap, de ‘ecologisch meest kwetsbare vensters’ (critical environmental windows) zowel in tijd als in ruimte op te sporen en te ontzien, om zodoende mogelijke impact te minimaliseren (Wenger et al. 2017). Eitjes en larven zijn de meest gevoelige stadia in de levenscyclus, waarop dus meest succesvol beheermaatregelen kunnen ingezet worden. Daarnaast moet er ook voldoende aandacht zijn voor mogelijke impact op gedrag, foerageersucces en andere niet letale gevolgen omdat deze op langere termijn de populatiedynamiek van de soort en de veerkracht van het systeem ondermijnen.

Ontwikkeling van betekenisvolle beheerstrategieën om effecten van verhoogde sedimentconcentraties op vissen te milderen vereist degelijk inzicht in de mechanismen waarop deze de betrokken visgemeenschap beïnvloeden. Naast literatuurstudie is dus ook in situ onderzoek nodig, om inzicht te verwerven in het functioneren van de lokale gemeenschapstructuur. Een aandachtspunt hierbij is dat verhoogde sedimentconcentraties cumulatieve en interactieve negatieve impact vertonen met andere bagger en stort gerelateerde stress factoren. Er is een grote variabiliteit in estuariene ecologie, en estuariene soorten kunnen een grote plasticiteit vertonen naargelang het estuarium in kwestie. Daarom kunnen bevindingen in een estuarium niet blindelings geëxtrapoleerd worden naar andere estuariene systemen.

In de literatuur wordt ook aanbevolen om, in samenwerking met de baggermaatschappijen, in situ BACI (before, after, control, impact) designed veldobservaties uit te voeren om de respons van representatieve en sleutelsoorten op de bagger en stort gerelateerde stress factoren in kaart te brengen (Wenger et al. 2017). Dergelijk onderzoek wint aan relevantie indien het geïntegreerd is in een breder raamwerk van voedselwebanalyse, experimenteel ecosysteemonderzoek en ecologische modellering (Kemp et al, 2011). In de context van de Zeeschelde wordt deze theoretische benadering sterk bemoeilijkt omdat er reeds een lange geschiedenis is van intensief en bijna permanente baggeractiviteiten. Het is moeilijk te kwantificeren hoeveel van de sedimentvracht in de Zeeschelde daaraan gerelateerd is. De gecombineerde invloed van langdurig verhoogde turbiditeit en beperkte mogelijkheden om daaraan te ontsnappen leidt tot veelal tot shifts in de gemeenschapssamenstelling (Kemp et al, 2011). Bovendien bouwde het pelagisch voedselweb zich in deze omstandigheden op uit het niets, met het herstel van het zuurstofregime in de Zeeschelde. Zonder deze verhoogde sedimentvracht zou het habitatgebruik van de visgemeenschap in de Zeeschelde er allicht anders uitgezien hebben.

Navraag naar beheermaatregelen in andere estuaria leverde enkele praktijkvoorbeelden van ‘critical environmental windows’ op.

### 4.1 UK

In UK zijn er soms vergunningsvoorwaarden verbonden aan aanlegbaggerwerken, meestal in relatie tot trekvis. De voorwaarden ressorteren veelal onder het voorzorgsbeginsel, meestal gebaseerd op informatie uit het betrokken MER (persoonlijke mededeling Jan Brooke, Peel Ports)

Specifieke voorbeelden

- [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/597758/Marine\\_Licence.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/597758/Marine_Licence.pdf) - see 5.2.1,
- [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/626212/Marine\\_Licence\\_L\\_2017\\_00223\\_1.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/626212/Marine_Licence_L_2017_00223_1.pdf) - see 5.2.21.

Op deze websites wordt aangegeven dat geplande baggerwerken moeten uitgevoerd worden tussen 1 december en 31 maart om aldus de gevoeligste periodes voor elft, spiering en zalm te ontzien

Aan onderhoudsbaggerwerken zijn doorgaans minder voorwaarden verbonden, gedeeltelijk omdat ze al jaren uitgevoerd worden zonder bewijs van problemen voor vissen. Twee jaar geleden was er echter een voorwaarde verbonden aan de vergunningsvernieuwing voor Great Yarmouth: geen baggerwerken tussen april en november omwille van trekvis. De motivatie voor dit ‘venster’ was om cumulatieve effecten met het reeds bestaande



zuurstofprobleem te vermijden. Aangezien het om een zeer groot tijdvenster ging werd vernauwd naar gevarenvensters in tijd en ruimte, waar een reëel gevaar voor verhoogde COD-BOD ten gevolge van baggerwerken zou kunnen optreden en wanneer de watertemperatuur meer dan 20°C is. Op basis van hun metingen moet Environment Agency deze vensters aangeven aan de vergunningsplichtige.

## 4.2 Duitsland

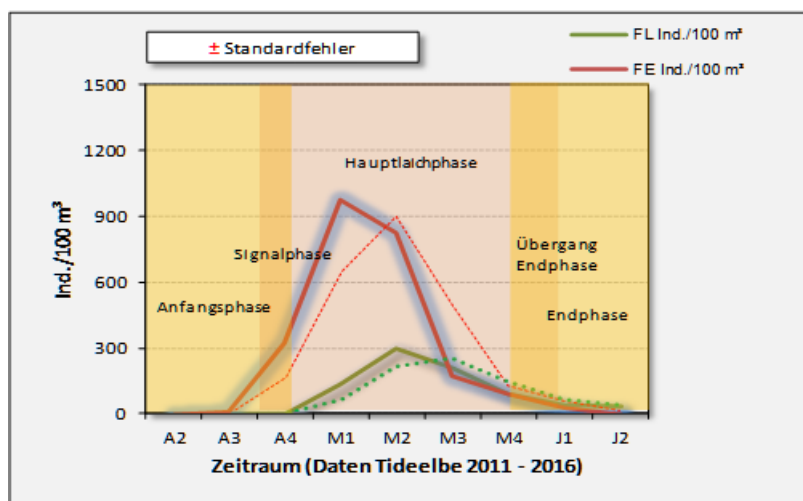
In de Elbe worden fint eitjes en larven op vrijwillige basis (niet in vergunningsvoorwaarden vervat) gemonitord tussen half april en begin juni om het meest kwetsbare levensstadium te beschermen (persoonlijke mededeling Jörg Scholle, Bioconsult ).

Het engagement omvat volgende afspraken:

(1) tijdens de potentiële paaiperiode van fint is er beperking van baggeractiviteit in de paaizone naargelang de waargenomen paaiactiviteit (een zone van ongeveer 20 km lang in de zoetwater getijden zone. De kwetsbare periode loopt van 15 april tot 30 mei. De start van de baggerbeperking hangt af van de paai intensiteit. Om die te begroten werd een indicator "Ishad" ontwikkeld, een algoritme dat ind/100m<sup>3</sup> combineert met vangst%. Om de paai intensiteit te begroten wordt wekelijks een survey uitgevoerd (8 in totaal) met 40 vangsten per survey. Op basis van de vangstgegevens wordt de "Ishad" berekend en worden volgende fasen afgebakend:

- a) beginfase paaiactiviteit (onderhoud is nog toegestaan); -fig. 4.1 "Anfangsphase" (x-as: A2 = 2e week van april; A3 = 3e week van april, M1 = 1<sup>e</sup> week van mei,...)
- b) signaal fase (tijdelijke onderhoudsstop voor enkele dagen), - "Signalphase"
- c) hoofdfase (onderhoudsstop), - "Hauptlaichphase"
- d) transitie naar eindfase, incl. 14 dagen buffer tijd zodat de laatste larven kunnen ontluiken.

De Ishad grenswaarden voor de respectievelijke fasen worden op basis van gegevens en van expert judgement vastgesteld. Ishad waarden worden onmiddellijk berekend en doorgegeven aan de verantwoordelijke autoriteiten.



Figuur 4.1 Paaiperioden voor fint in de Elbe. FL= larven; FE= adulten.

(2) In de 'core time' van de voortplantingsperiode (1 mei tot 14 juni; deze periode is vast) worden geen onderhoudsbaggerwerken uitgevoerd ongeacht de Ishadwaarde.

## 5 Selectie van aandachtsoorten voor de Zeeschelde

De vertrekbasis voor de lijst van aandachtsoorten is de referentielijst voor de Zeeschelde (Breine et al. 2011).

In tabel 1 is deze referentielijst gerangschikt per ecologische gilde (estuariene gebruik groep). Als achtergrondinformatie is voor elke soort de beschermingsstatus volgens de habitatrichtlijn weergegeven, de Vlaamse rode lijst status (Verreycken et al. 2013), voorkomen in de Zeeschelde, informatie over het habitatgebruik, de voedselbronnen, de voortplantingsstrategie, gevoeligheid voor verstoring en vervuiling en of de soort deel uitmaakt van de beoordeling voor de Kaderrichtlijn Water (KRW). Op basis van al deze informatie wordt een eerste afweging gemaakt voor welke soorten mogelijke impact van verhoogde turbiditeit nader moet onderzocht worden: de beschermde en bedreigde soorten, economisch belangrijke soorten, sleutelsoorten en indicatorsoorten voor wie Zeeschelde habitats essentieel zijn in één of meerdere levensfasen.

Deze afweging resulteert in een lijst van 20 nader te beschouwen soorten: 9 trekvissoorten, 3 estuarien residente soorten, 4 marien juveniele, 2 marien seizoenale en 2 zoetwatersoorten. Hiervan zijn er 4 beschermd, 9 economisch belangrijk, 4 worden beschouwd als sleutelsoort, 2 als indicatorsoort en 4 zijn voedsel voor beschermd vogel- en zeezoogdiersoorten (Tabel 1).

### 5.1 Trekvisseren

De Zeeschelde is voor alle trekvisseren essentieel habitat om de levenscyclus te vervolledigen.

Er zijn momenteel geen populaties van Atlantische steur, elft, houting en zalm die gebruik maken van de Zeeschelde om hun levenscyclus te vervolledigen. Behalve de zalm behoren al deze soorten ook tot de rode lijst categorie 'lokaal uitgestorven'. Op elft en houting rusten wel instandhoudingsdoelstellingen voor de Zeeschelde, aandacht voor hun leefomstandigheden is dus wel vereist, maar voor deze S-MER oefening zijn ze voorlopig niet prioritair.

Fint, rivierprik en zeebek komen voor op de bijlage van de habitatrichtlijn, zijn bovendien ernstig bedreigd of kwetsbaar en worden regelmatig gevangen in het meetnet. Deze herstellende populaties moeten dus nader onderzocht worden in het kader van dit onderzoek.

Spiering, rode lijst categorie 'bijna in gevaar', is een zeer belangrijke soort in het voedselweb die zowel naar aantal als biomassa de vispopulaties in de Zeeschelde domineert. Bovendien is deze soort een belangrijke voedselbron voor visdief, een soort van de vogelrichtlijn. In België is spiering momenteel van weinig commerciële betekenis, maar elders in Europa (Spanje bijvoorbeeld) heeft die wel een marktwaarde van betekenis. De voorbije tien jaren heeft zich een populatie ontwikkeld met jaarlijks succesvolle maar variabele rekrutering in de zoete zone. Naast een gunstige toestand van de opgroei gebieden van juvenielen, is de vrije doorgang van de zee naar de paaizone en terug essentieel

Paling, een ernstig bedreigde soort, is eveneens een sleutelsoort in het Zeeschelde voedselweb. Vanwege het ontradringsbeleid voor consumptie in Vlaanderen is het economisch belang van deze soort minder relevant, haar maatschappelijk belang situeert zich eerder in de sportvisserij. Een wijdverspreid probleem is de verhinderde optrek van de glasaal naar de opgroei gebieden en de bemoeilijkte uittrek van adulte schieraal naar de paaigronden. Het effect van verhoogde baggerinspanningen hierop moet onderzocht worden.

Er is (nog) geen rekruterende zeeforel populatie in de Zeeschelde maar adulten worden wel met de ankerkuil gevangen tot in Branst, het meest opwaartse station waar deze techniek wordt toegepast. Het is voorlopig nog onduidelijk waarom de levenscyclus van deze soort niet voltooid wordt in de Zeeschelde, maar het is aangewezen om na te gaan of verhoogde turbiditeit een hindernis kan vormen voor de jonge forellen om terug te trekken naar zee. Deze soort is belangrijk voor de sportvisserij.

De levenscyclus van bot (amfidroom) en driedoornige stekelbaars is rond in de Zeeschelde. Deze sleutelsoorten zijn belangrijke voedselbronnen voor beschermde soorten: stekelbaars voor lepelaar en visdief, bot voor lepelaar en zeehonden.

Dunlipharder, een kwetsbare soort, wint aan economisch belang en wordt regelmatig gevangen in de Zeeschelde. Nader onderzoek naar mogelijke impact van verhoogde turbiditeit is aangewezen.

Tabel 5.1 Referentielijst voor vissen in het Schelde-estuarium (naar Breine et al. (2011)). De Natura 2000 code is weergegeven voor Habitatrichtlijnsoorten. Soorten in vetjes weergegeven zijn opgenomen in de KRW MEP en/of GEP lijst in één of meerdere zones van het estuarium: **Relevantie voor deze oefening:** B beschermd, E economisch belangrijk, S sleutelsoort, I indicatorsoort, V voedsel voor beschermde soorten. **Estuariene gebruik groep:** A anadroom, AM amfidroom, C catadroom, Es estuarien resident, F zoetwatersoort (\*=exotische soort), Mj marien juveniel, Ms mariene seizoensgast, M mariene dwaalgast. Voor Driedoornige stekelbaars bestaan 2 morfologische varianten. **Rode lijst categorie** (Verreycken et al, 2013): RE plaatselijk uitgestorven, CR ernstig bedreigd, EN bedreigd, VU kwetsbaar, NT bijna in gevaar; **Habitat:** D op de bodem en in de waterkolom, B op de bodem, P in de waterkolom. **Trofische groep:** B eet zoobenthos, F eet vis, Z eet zooplankton, P eet plankton, D eet detritus, O omnivoor, V vertivoor. **Voortplantingsstrategie:** Ob bentisch eieren, , Op pelagische eieren, Ov eieren vastgehecht, Og broedzorg op nest, Os broedzorg in mond of broedzak, V levendbarend. **Voortplantingseisen:** indicator is relevant in M mesohalinen, O oligohalinen of F zoetwater. **Habitatgevoeligheid:** F fragmentatiegevoelig, H gevoelig voor habitataanbod. **Vervuilinggevoeligheid:** I intolerant, T tolerant.

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	nader te onderzoeken	Estuarien gebruik groep	Rode lijst categorie	regelmatig gevangen	Habitat	Trofische groep (Juveniel)	trofische groep (Adult)	Reproductiestrategiegroep	Voortplantingseisen	Habitatgevoeligheid	Vervuilinggevoeligheid
<i>Acipenser sturio</i>	Atlantische steur		A	RE		D	B	BF	Ov			
<i>Alosa alosa</i>	Elft		A	RE		P	P	BF	OpD			
<i>Alosa fallax (H1103)</i>	Fint	B	A	CR	x	P	P	BF	Op	F	F	I
<i>Coregonus oxyrhynchus</i>	Houting		A	RE		P	BZ	BZ	Ob			I
<i>Lampetra fluviatilis (H1099)</i>	Rivierprik	B	A	VU	x	B	B	F	Ob	F	F/H	I
<i>Osmerus eperlanus</i>	Spiering	S/V	A	NT	x	P	B	BF	Ob	F	F	I
<i>Petromyzon marinus (H1095)</i>	Zeeprik	B	A	CR	x	D	B	F	Ob	MOF	F/H	I
<i>Salmo salar</i>	Zalm		A	CR		P		F	Ob			
<i>Salmo trutta</i>	Zeeforel	E	A	NT	x	P	B	BF	Ob		F	I
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Driedoornige stekelbaars	V	A/F		x	P	BZ	BZ	Og	F	F/H	T
<i>Anguilla anguilla</i>	Paling	B/S	C	CR	x	B	O	O	Op		F	T
<i>Platichthys flesus</i>	Bot	V	AM		x	B	BZ	BF	Op		F/H	T
<i>Chelon ramada</i>	Dunlipharder	E	AM	VU	x	P	P/De	De/O	Op			I
<i>Agonus cataphractus</i>	Harnasmantje		Es		x	B	B	B	Ov			
<i>Ammodytes tobianus</i>	Kleine zandspiering	V	Es		x	B	P	P	Ob			
<i>Aphia minuta</i>	Glasgrondel		Es			P	P	P	Os			
<i>Atherina boyeri</i>	Kleine koornaarvis		Es		x	P						
<i>Liparis liparis</i>	Slakdolf		Es		x	B	B	B	Ov			I
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	Zeedonderpad		Es		x	B	B	BF	Og			T
<i>Pholis gunnellus</i>	Botervis		Es			D	B	B	Og			
<i>Pomatoschistus microps</i>	Brakwatergrondel	S	Es		x	B	BZ	B	Og	MO	H	
<i>Pomatoschistus minutus</i>	Dikkopje	S	Es		x	B	BZ	B	Og	MO	H	
<i>Syngnathus acus</i>	Grote zeenaald		Es		x	B	BZ	B/BF	Os	M	H	I
<i>Syngnathus rostellatus</i>	Kleine zeenaald		Es		x	B	P	BZ	Os	M	H	I
<i>Zoarces viviparus</i>	Puitaal		Es		x	B	BZ	B	V	M	H	
<i>Gobius niger</i>	zwarte grondel		Es			B		B/BF	Og			
<i>Hippocampus guttulatus</i>	Zeepaardje		Es			P		B/BF	Os			
<i>Hippocampus hippocampus</i>	Kortsnuitzeepaardje		Es			P		B	Os			
<i>Raniceps raninus</i>	Vorskwab		Es			D		BF	Op			
<i>Spinachia spinachia</i>	Zeestekelbaars		Es			D		BZ	Og			
<i>Nerophis ophidion</i>	Zeenaald sp.		Es			D	B	BZ	Os			

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	nader te onderzoeken	Estuarien gebruik groep	Rode lijst categorie	regelmatig gevangen	Habitat	Trofische groep (Juveniel)	trofische groep (Adult)	Reproductiestrategiegroep	Voortplantingseisen	Habitatgevoeligheid	Vervuilinggevoeligheid
<i>Chelidonichthys lucernus</i>	Rode poon	E	Mj		x	D	BZ	BF	Op		H	
<i>Clupea harengus</i>	Haring	E	Mj		x	P	P	P	Ov			T
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Zeebaars	E	Mj		x	D	BZ	BZ/BF	Op			T
<i>Gadus morhua</i>	Kabeljauw		Mj		x	D	BZ	BZ/BF/O	Op			I
<i>Limanda limanda</i>	Schar		Mj			B	B	B/BF	Op			
<i>Merlangius merlangus</i>	Wijting		Mj			D	B	BF	Ob		H	T
<i>Pleuronectes platessa</i>	Schol		Mj			B	B	B	Op		H	
<i>Psetta maxima</i>	Tarbot		Mj			B		BF	Op			
<i>Scophthalmus rhombus</i>	Griet		Mj			B	BZ	BF	Ob			
<i>Solea solea</i>	Tong	E	Mj		x	B	BZ	B	Op		H	I
<i>Atherina presbyter</i>	Grote koorbaarvis		Ms			P	P	P/B	Ov			
<i>Belone belone</i>	Geep		Ms			P		F				
<i>Chelon labrosus</i>	Diklipharder		Ms			D		De	Op			
<i>Ciliata mustela</i>	Vijfdradige meun		Ms			B	BZ	B	Op		H	T
<i>Cyclopterus lumpus</i>	Snotolf		Ms			B		BZ	Og			
<i>Dasyatis pastinaca</i>	Pijlstaartrog		Ms			B		B				
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Ansjovis	E	Ms		x	D	BF	P	Op			
<i>Pomatoschistus lozanoi</i>	Lozano's grondel		Ms			B	BZ	B/BZ	Og			
<i>Sprattus sprattus</i>	Sprot	E	Ms		x	P	P	P	Op			
<i>Trisopterus luscus</i>	Steenbol		Ms		x	D	B	B/BF	Op			
<i>Abramis brama</i>	Brasem		F		x	B	P	B	Ov			T
<i>Alburnus alburnus</i>	Alver		F	NT		P	P	O	Ov			
<i>Barbatula barbatula</i>	Bermpje		F			P		B	Og		H	I
<i>Blicca bjoerkna</i>	Kolblei		F		x	D	P	O	Ob			T
<i>Carassius carassius</i>	Kroeskarper		F			P	BZ	O	Ov		H	T
<i>Cobitis taenia (H1149)</i>	Kleine modderkruiper	(B)	F	VU		B	B	B	Ov			
<i>Cottus gobio (H1163)</i>	Rivierdonderpad	(B)	F	VU		B		B	Og			
<i>Esox lucius</i>	Snoek		F		x	D	BZ	VF	Ov	F	F/H	I
<i>Gobo gobio</i>	Riviergrondel		F		x	B	B	B	Ov			
<i>Gymnocephalus cernuus</i>	Pos		F		x	B	BZ	B	Ov		H	T
<i>Lampetra planeri (H1096)</i>	Beekprik	(B)	F	VU		D	P	-	Ob			
<i>Leucaspius delinatus</i>	Vetje		F	VU		P		B	Og			
<i>Squalius cephalus</i>	Kopvoorn		F	VU		P	BZ	O	Ov			
<i>Leuciscus idus</i>	Winde		F	VU	x	P	BZ	BF	Ov		F	I
<i>Leuciscus leuciscus</i>	Serpeling		F	VU		P	B	B	Ob			
<i>Lota lota</i>	Kwabaal		F	EN		B	B	F	Ob			
<i>Misgurnus fossilis (1145)</i>	Grote modderkruiper	(B)	F	CR		B	B	B	Ov		H	T
<i>Perca fluviatilis</i>	Baars		F		x	P	B	BF	Ov			T
<i>Phoxinus phoxinus</i>	Elrits		F	CR		P	B	B/V/H	Ob			I
<i>Pungitius pungitius</i>	Tiendoorlige stekelbaars		F			D	BZ	B	Og	F	F/H	T
<i>Rhodeus sericeus (H1134)</i>	Bittervoorn	(B)	F		x	B	P	BZ	Og		F/H	T
<i>Rutilus rutilus</i>	Blankvoorn		F		x	P	O	O	Ov			T
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Rietvoorn		F		x	P	O	O	Ov		H	T
<i>Silurus glanis</i>	Europese meerval	I	F		x	B	BZ	VF	Og	F	F	T
<i>Tinca tinca</i>	Zeelt		F			D	P	B	Ov			
<i>Sander lucioperca</i>	Snoekbaars	E/I	F*		x	D	BZ	BF	Og			T
<i>Carassius gibelio</i>	Giebel		F*		x	P		O	Ob			
<i>Cyprinus carpio</i>	Karper		F*		x	D		O	Ov			
<i>Lepomis gibbosus</i>	Zonnebaars		F*			P		B	Og			
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Regenboogforel		F*			P		O	Ob			
<i>Pseudorasbora parva</i>	Blauwbandgrondel		F*		x	D		B	Ob			

## 5.2 Estuarien residente soorten

Estuariene soorten zijn indicatoren voor de kwaliteit van het estuarium. Geen enkele soort van deze gilde komt echter voor op de bijlagen van de Habitatrichtlijn of op de Vlaamse rode lijst. Er rusten instandhoudingsdoelstellingen op brakwatergrondel, dikkopje, puitaal, kleine zeenaald en slakdolf. Al deze soorten worden gevangen in de Zeeschelde. Brakwatergrondel en dikkopje hebben duurzame Zeescheldepopulaties ontwikkeld en moeten als sleutelsoorten nader onderzocht worden. Bovendien staan ze ook op het menu van lepelaar en visdief. Ook kleine zandspiering wordt regelmatig gevangen en is voedsel voor visdief.

## 5.3 Mariene juvenielen

Mariene juvenielen zoeken de voedselrijkdom en luwte van het estuarium op om op te groeien. Alle soorten van deze gilde op de referentielijst van de Zeeschelde zijn economisch belangrijk. Voor al deze soorten is de Beneden-Zeeschelde essentieel habitat om duurzame commerciële visstocks van de Noordzee te ondersteunen. Momenteel zijn er populaties van rode poon, haring, zeebaars en tong in de Zeeschelde. Rode poon en tong blijven in de brakke zone; haring en zeebaars komen opgroeien tot in de zoete zone van het estuarium. Voor deze vier soorten moet onderzocht worden of verhoogde turbiditeit een probleem kan vormen. Kabeljauw wordt slechts sporadisch gevangen en wordt hier buiten beschouwing gelaten.

## 5.4 Marien seizoenale vissen

Mariene seizoenale vissen komen ook als adulten de gunstiger condities in het estuarium opzoeken. Dit beperkt zich veelal tot de brakke zone. Ansjovis wordt doorgaans onder Antwerpen gevangen maar sprat komt sedert 2017 massaal opgroeien tot in Branst. Beide zijn dus economisch belangrijke soorten waarvoor de Zeeschelde de Noordzeepopulaties kan ondersteunen.

## 5.5 Zoetwatervissen

De meeste habitatrichtlijn- en rode lijst soorten van de Zeeschelde behoren tot deze categorie. Voor geen enkele van deze beschermde en/of bedreigde soorten is de Zeeschelde echter essentieel habitat en zal verhoogde turbiditeit in deze zone een grote impact op de populatie teweeg brengen. Omdat deze beknopte risicoanalyse in eerste instantie bedoeld is als input voor de S-MER CP-ECA, worden ze hier buiten beschouwing gelaten en beperken we ons nu tot de sleutel- en indicatorsoorten voor de Zeeschelde.

Snoekbaars, (een reeds lang ingeburgerde soort, wordt in Vlaanderen nog als exoot beschouwd en in Nederland als 'ingeburgerd') en Europese meerval zijn echte toppredatoren waarvan zich een populatie aan het vestigen is in de Zeeschelde. In die zin kunnen ze als sleutelsoorten beschouwd worden en als indicator voor de complexiteit van het voedselweb. Snoekbaars is bovendien een commerciële soort die ook voor de sportvisserij belangrijk is.

## 6 Bespreking per soort

Per aandachtsoort wordt het habitatgebruik voor elke levensfase zo volledig mogelijk in tijd en ruimte weergegeven om zo goed als mogelijk het kwetsbare ecologische venster te definiëren. Soort specifieke literatuur wordt naast de situatie in de Zeeschelde gelegd voor zover gekend.

### 6.1 Trekvissen

#### 6.1.1 Rivierprik (*Lampetra fluviatilis*)

Rivierprik (bijlagesoort van de habitatrictlijn) wordt wel jaarlijks gevangen in de Zeeschelde, maar de aantallen zijn eerder schaars. Er zijn aanwijzingen dat de levenscyclus rond is in sommige jaren, maar er is nog geen sprake van een zichzelf instandhoudende populatie.

##### *Levenscyclus/trekgedrag*

Adulte rivierprikken trekken in de herfst en winter de rivieren op vanuit zee. De trek begint in oktober-november maar de piekperiode is dec-februari (Stevens et al. 2011). Ze trekken redelijk snel verder stroomopwaarts, door het estuarium, richting zoet water om daar in het voorjaar te paaien in (kleinere) rivieren met aanwezigheid van grind. De adulten sterven kort na het afzetten van de eieren. De larven graven zich in het sediment stroomafwaarts van de paaiplaatsen. Als juveniel trekken ze meer stroomafwaarts, tot in het estuarium. Dit gebeurt pas na enkele jaren; rivierprikken zijn meerdere jaren (4-9j) larvaal. Voornamelijk tussen februari en mei trekken de juvenielen uit naar zee.

Volwassen rivierprik op zee parasiteert op verschillende vissoorten: haring, sprot, spiering, kabeljauw, makreel. Als ze geslachtsrijp worden verdwijnen de tanden en stoppen ze met eten. Ook in het larvenstadium zijn ze tandeloos. Hun voedsel bestaat dan uit algen en organische deeltjes, die ze uit het water filteren.

In de Zeeschelde komen de eerste optrekkende rivierprikken toe in oktober, de piek is in december-februari.

##### *Mogelijke impact van verhoogde sedimentconcentraties en bagger- en stortactiviteiten in de Zeeschelde*

Larven komen niet voor in het estuarium en ondervinden dus geen hinder van verhoogde sedimentconcentraties in de Zeeschelde. Voor juvenielen en adulten veroorzaakt verhoogde sedimentconcentratie mogelijks verhoogde fysiologische stress en beïnvloeding van het migratiegedrag (Kemp et al. 2011).

De gevoeligheid voor sediment van adulte levensstadia van rivierprik is vermoedelijk niet of nog onvoldoende onderzocht. Voor optrekkende zeeprikken is gedocumenteerd hoe ze door de larven afgegeven feromonen volgen om stroomopwaarts te trekken. Het volgen van dit signaal garandeert dat ze in geschikt paaihabitat zullen terechtkomen. Hoewel in mindere mate aangetoond, is dit fenomeen ook in andere priksoorten teruggevonden (Stewart et al. 2011). Mogelijks brengt het baggeren en storten stoffen in oplossing die het "proeven" van die feromonen kan verstoren. Dit zou kunnen verklaren waarom optrekkende prikken zeer schaars blijven in de Zeeschelde (mondelijke referentie).

##### *Kwetsbare periode in de Zeeschelde*

Larven: komen niet voor in de Zeeschelde

Juveniele uittrek naar zee: februari-mei

Adulte optrek naar zoetwater: november-februari

#### 6.1.2 Zeeprik (*Petromyzon marinus*)

Zeeprik (bijlagesoort van de habitatrictlijn) wordt eerder sporadisch gevangen in de Zeeschelde. Er zijn al waarnemingen tot ver stroomopwaarts (Demer, Appels) maar er zijn tot nog toe geen aanwijzingen dat de levenscyclus in de Zeeschelde rond zou zijn.

### *Levenscyclus/trekgedrag*

Zeeprík trekt als adult in de lente de estuaria op, ongeveer tussen februari en juni. Ze paaien in de zoete, bij voorkeur niet getijgebonden zone en de adulten sterven kort na het afzetten van de eieren. Zoals bij rivierprikken duurt het larvaal stadium meerdere jaren (2-8j). Het is niet helemaal duidelijk of ze als juvenielen in de Beneden-Zeeschelde voorkomen. Vermoedelijk zijn ze al adult tegen de tijd dat ze in de brakke/oligohaliene zone komen om uit te trekken naar zee. De metamorfose van juveniel tot adult gebeurt tussen juli en september. Nieuwe adulten trekken tussen november en januari naar zee.

Zeeprík is parasitair als adult, larven voeden zich met algen en plantaardig materiaal (cfr rivierprik).

### *Mogelijke impact van verhoogde sedimentconcentraties en bagger- en stortactiviteiten in de Zeeschelde*

Larven komen niet voor in het estuarium en ondervinden dus geen hinder van verhoogde sedimentconcentraties in de Zeeschelde. Voor juvenielen en adulten veroorzaakt verhoogde sedimentconcentratie mogelijks verhoogde fysiologische stress en beïnvloeding van het migratiegedrag (Kemp et al. 2011). Bovendien is het voor deze soort meermaals aangetoond dat optrekkende adulten zeer sterk aangetrokken worden door feromonen die door de larven worden afgegeven (Sorensen and Vrieze 2003; Teeter 1980). En omgekeerd worden ze zeer sterk afgestoten door stoffen die vrijkomen uit stervende/rottende soortgenoten. Het volgen van dit signaal garandeert dat ze in geschikt paaihabitat zullen terechtkomen en ongeschikt habitat zullen vermijden. Mogelijks brengt het baggeren en storten stoffen in oplossing die het "proeven" van die feromonen kan verstoren. Dit zou kunnen verklaren waarom optrekkende zeepríkken nog maar weinig terug voorkomen in de Zeeschelde (mondelijke referentie).

### *Kwetsbare periode in de Zeeschelde*

Larven: komen niet voor in de Zeeschelde

Juvenile/adulte uittrek naar zee: november-januari

Adulte optrek naar zoetwaterzone: februari-juni

## 6.1.3 Fint (*Alosa fallax*)

Fint (bijlagesoort van de Habitatrictlijn) is terug van weg geweest. De eerste succesvolle rekrutering in de Zeeschelde was in 2012 en de eerste waarnemingen van paaicirkels dateren van 2013. Paaigedrag wordt jaarlijks waargenomen maar tot nog toe waren er slechts 3 succesvolle jaren met rekrutering (2012, 2015 en 2017). Er kan dus nog niet van een zichzelf instandhoudende populatie gesproken worden.

### *Levenscyclus/trekgedrag*

Adulte finten leven in de zee. Wanneer ze geslachtsrijp zijn en de watertemperatuur van het estuarium tussen 10 à 12°C is, trekken ze het estuarium op naar hun paaiplaats. Volwassen finten migreren in de onderste waterlagen tegen de bodem. Voor de Zeeschelde betekent dit dat de paaitrek plaatsgrijpt eind maart tot eind mei en soms zelfs tot in de maand juni (Breine et al. 2017). In de Zeeschelde paaien finten tussen Temse en Dendermonde, en op de Rupel. Na de paai migreren de volwassen finten terug naar zee (Aprahamian et al. 2003). Onderzoek met gezenderde finten in de Zeeschelde toonde aan dat finten meermaals kunnen op- en uittrekken tijdens één paaizeizoen. Het uitdiepen van de vaargeul kan de paaiplaats doen verschuiven (Thiel et al. 1996). Maitland and Hatton-Ellis (2003) vermelden de nood aan rustige pools en propere gravel op de paaiplaatsen.

De larven verblijven in het zoete gedeelte van de Zeeschelde. De duur van het larvestadium is afhankelijk van de watertemperatuur en duurt maximaal een maand. De larven zijn gevoelig voor lage zuurstof concentratie (Aprahamian et al. 2003) en voor sediment. Auld and Schubel (1978) konden aantonen dat de overleving voor de larven van Amerikaanse fint, een zustersoort, afneemt vanaf concentraties aan zwevende stof hoger dan 50 mg/l. Matthews (2011) ondervond een afwijkend gedrag van larven van een andere shad-soort ten gevolge van verhoogde turbiditeit, waarbij de larven zich sterker concentreerden in een gereduceerd volume water dicht bij het wateroppervlak.

Juvenile finten zijn aanwezig in het estuarium in de zomer en herfst en de meeste trekken naar de zee in de maanden augustus-september (Maitland and Hatton-Ellis 2003). In literatuur staat beschreven dat éénjarige en

subadulte finten tijdens de zomer terug het estuarium binnentrekken in de Weser, de Elbe en de Severn. Dit heeft mogelijk te maken met het zoeken naar voedsel (voornamelijk aasgarnalen). Er zijn geen waarnemingen die kunnen bevestigen dat dit ook in het Schelde-estuarium zou gebeuren. Juveniele finten verkiezen laagdynamische habitats. In de Zeeschelde werden juveniele finten waargenomen in de Paardeweide, dat betekent dat ze verder stroomopwaarts migreren dan de paaizones.

Larven van finten voeden zich met insectenlarven; het dieet van juvenielen bestaat voornamelijk uit garnalen en aasgarnalen; volwassen finten leven van vis en garnaalachtigen. Tijdens de paaitrek eten finten nauwelijks.

#### *Mogelijke impact van verhoogde sedimentconcentraties en bagger- en stortactiviteiten in de Zeeschelde*

Larven en embryos zijn gevoelig voor verhoogde sediment concentraties. Volwassen finten zullen locaties waar er gebaggerd wordt vermijden. Zo vonden Maitland and Hatton-Ellis (2003) dat elft (niet fint) een voorkeur had voor stroomopwaartse migratie in de Severn tijdens momenten met helder water, en dat ze wachten met stroomopwaarts trekken tijdens overstromingen en momenten van verhoogde turbiditeit. Esteves and Andrade (2008) en Auld and Schubel (1978) vonden een lagere abundantie van embryos en larven bij een verhoogde turbiditeit. Bovendien, blijken finten ook gevoelig te zijn voor geluid, wat eveneens de paaitrek kan beïnvloeden (Gregory and Clabburn 2003).

#### *Kwetsbare periode in de Zeeschelde*

Larven: komen voor in de zoetwaterzone in de periode april-juni

Juvenielen, uittrek naar zee: augustus – september

Adulten, paaitrek: april –mei-juni

### 6.1.4 Spiering (*Osmerus eperlanus*)

Sinds een tiental jaar is er een zichzelf instandhoudende populatie spiering in de Zeeschelde. Momenteel is dit de meest abundante soort, zowel naar aantal als biomassa. Spiering wordt daarom als sleutelsoort in het voedselweb beschouwd. De juvenielen staan ook op het dieet van heel wat vogelsoorten en andere vissoorten.

#### *Levenscyclus/trekgedrag*

Spieringen trekken het estuarium op tussen oktober en april, wanneer de watertemperatuur ongeveer 5°C is (Stevens et al. 2009). In de Zeeschelde paaien spieringen in de periode februari-april, vermoedelijk tussen Dendermonde en Gent.

Na de paai keren de adulten terug naar de brakke delen van het estuarium. Larven worden vooral in de zoetwater zone gevangen (februari-april). Juveniele spiering komt voor in de volledige Zeeschelde, het hele jaar door omdat ze tot twee jaar in de zoete en licht brakke zone kunnen verblijven. Ook adulten zijn het hele jaar door aanwezig omdat sommige individuen geen uitgesproken trekgedrag vertonen.

Spieringlarven en juvenielen leven voornamelijk van dierlijk plankton; naarmate ze volwassen worden neemt het aandeel vis en garnaalachtigen toe in het dieet.

#### *Mogelijke impact van verhoogde sedimentconcentraties en bagger- en stortactiviteiten in de Zeeschelde*

Zuurstofarme perioden ten gevolge van baggeractiviteiten kunnen een barrière vormen voor de trek (Maes et al. 2007). Paaiplaatsen kunnen verloren gaan door het afzetten van slib (Maitland 2003; Sepúlveda et al. 1993). Het verloren gaan van het karakteristiek pool-riffle patroon in de Zeeschelde zou het paaisucces van de spiering kunnen parten spelen. Deze zandige drempeltoppen worden vanaf 2016 quasi systematisch weggebaggerd in de vaargeul voor de implementatie van de duurzame bathymetrie.

#### *Kwetsbare periode in de Zeeschelde*

Larven: komen voor in de zoetwaterzone in de periode februari-april



Juvenielen: zijn het hele jaar door aanwezig in de volledige Zeeschelde, er kan dus geen kwetsbaar venster aangeduid worden

Adulten: paaitrek tussen oktober en april.

### 6.1.5 Zeeforel (*Salmo trutta*)

Waarnemingen van zeeforel in het Scheldebekken werden als uitzonderlijk beschouwd. Volgens Maes et al. (2003) kwam zeeforel enkel stroomafwaarts Antwerpen voor. Met de ankerkuil wordt deze soort nu ook stroomopwaarts Antwerpen in de zoetwater zone gevangen (Breine et al. 2018). Zeeforel is een commerciële soort en tevens populair in de sportvisserij

#### *Levenscyclus/trekgedrag*

Zeeforel (*Salmo trutta trutta*) is de trekform van de beekforel (*Salmo trutta fario*). Beekforel weet zich nog te handhaven in de bovenlopen van het Scheldebekken. Dat de trekform verdwenen is in de bovenlopen en zijrivieren is te wijten aan tientallen migratie barrières en een slechte waterkwaliteit. Indien in het Scheldebekken de longitudinale en laterale connectiviteit volledig hersteld zou worden (cfr Beneluxbeschikking vrije vismigratie, KRW), en de water en structuurkwaliteit verbeterd zou worden, dan zou de zeeforel op termijn terug bij geschikte voortplantingshabitats kunnen komen.

De paaitrek varieert naargelang de rivier en ligt tussen maart en oktober. In de Zeeschelde wordt adulte zeeforel in het voorjaar (april-mei) in de zoetwater zone gevangen. Na de paai trekken de volwassen individuen terug naar zee. Larven en juvenielen werden nog niet waargenomen.

Volwassen zeeforellen in het estuarium en op zee voeden zich met visbroed, garnalen en vis. Jonge zeeforellen in hun geboorte rivier voeden zich met insecten en insectenlarven.

#### *Mogelijke impact van verhoogde sedimentconcentraties en bagger- en stortactiviteiten in de Zeeschelde*

Verhoging van turbiditeit kan een effectieve migratie barrière vormen voor adulte zalmachtigen (Bash et al. 2011).

#### *Kwetsbare periode in de Zeeschelde*

Larven: niet van toepassing

Juvenielen: niet van toepassing

Adulte paaitrek: April-mei. We beschikken vermoedelijk over te weinig data om deze periode juist in te schatten, mogelijks is deze inschatting te nauw.

### 6.1.6 Driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*)

Driedoornige stekelbaars, een vrij resistente soort, is overal aanwezig in de Zeeschelde zij het niet in zeer grote aantallen. Ze werd in deze lijst opgenomen omdat ze voedsel is voor lepelaar en visdief, twee vogelrichtlijnsoorten waarvoor de Beneden Zeeschelde aangemeld is.

#### *Levenscyclus/trekgedrag*

Het leefgebied van de driedoornige stekelbaars is zeer variabel. Er zijn populaties die permanent in de zoute kustwateren leven of die uitsluitend in brak water voorkomen. Daarnaast zijn er zogenaamde anadrome populaties, die in zee opgroeien en zich in het binnenwater voortplanten en populaties die hun gehele levenscyclus in zoet water voltooien (soortprofiel driedoornige stekelbaars Sportvisserij Nederland).

De Noordzeepopulatie van de anadrome stekelbaars is door verminderde intrekbaarheden behoorlijk achteruitgegaan, wat ook resulteerde in andere ecologische effecten. Deze soort is bijvoorbeeld een belangrijke voedselbron voor vogels zoals de lepelaar. Er wordt in Nederland veel moeite gedaan om in de broedgebieden van de lepelaar een milieu te scheppen waar ook de anadrome stekelbaars van profiteert. Zo zijn er in de Oostvaardersplassen poelen gegraven en is er op Texel een vistrap gemaakt waardoor de vis het zoete water kan bereiken. Ook op veel andere plaatsen in Nederland worden vistrappen aangelegd om de intrek van driedoornige stekelbaars te bevorderen. De paaimigratie van de anadrome populaties begint in maart. De paaitijd is van maart

tot en met juli, dus kunnen dan larven aangetroffen worden. Driedoornige stekelbaars is een soort met broedzorg op het nest, de adulten 'ventileren' het water boven het nest, hierdoor wordt mogelijks de kans op verstikking van de eitjes door neerslaand sediment verminderd. De uittrek periode van de adulten is onduidelijk, juvenielen trekken van juli tot september – oktober naar zee.

De driedoornige stekelbaars is een actieve oogjager die overdag foerageert en zich voedt met kleine dierlijke organismen, zoals watervlooien, visbroed, roeipootkreeftjes en muggenlarven.

In de Zeeschelde vangen we het hele jaar door juveniele en adulte driedoornige stekelbaars van de mesohaliene zone tot in het zoetwater getijdengebied. Het is onduidelijk of hier ook een anadrome populatie tussen zit.

#### *Mogelijke impact van verhoogde sedimentconcentraties en bagger- en stortactiviteiten in de Zeeschelde*

Verhoogde turbiditeit kan het foerageersucces van oogjagers verminderen. Afzetting van fijn sediment op het nest kan nefast zijn voor embryonale ontwikkeling. Het nest kan vernietigd of bedolven worden ten gevolge van de baggeractiviteiten. Visjes bewaken het nest en kunnen dus mee opgezogen worden.

#### *Kwetsbare periode in de Zeeschelde*

Larven: maart-juli

Uittrek van juvenielen: juli-september

Optrek van de anadrome adulten: maart – april

### 6.1.7 Paling (*Anguilla anguilla*)

Paling doet het mondiaal slecht. Deze soort is beschermd door de Benelux paling verordening en staat op de rode lijst als ernstig bedreigde soort. Tot aan de tweede wereldoorlog was er een omvangrijke palingvisserij op de Zeeschelde, een substantiële bron van inkomsten voor de omliggende dorpen. De beroepsvisserij is in Vlaanderen uitgestorven maar in de hengelsport is paling nog steeds populair.

Naar biomassa hoort paling bij de dominante soorten in de visbestand van de Zeeschelde, daarom werd ze in deze lijst opgenomen als sleutelsoort in het voedselweb.

#### *Levenscyclus/trekgedrag*

Paling maakt gebruik van estuaria voor de opwaartse migratie in het juveniele glasaal-stadium en de zeewaartse migratie als paarijpe schieraal, maar er zijn ook residente individuen die de Zeeschelde als opgroeihabitat gebruiken. Er zijn geen studies beschikbaar die de relatie van verhoogde sedimentconcentraties op de vitaliteit van glasaal of schieraal beschrijven. Het is wel zo dat glasaal en gele aal zich voeden tijdens de intrek of hun verblijf, waarbij het vrijkomen van toxische stoffen bij baggeren kan bijdragen aan de bio accumulatie van deze stoffen. Het is niet bekend of stroomafwaarts migrerende schieralen afwijkend gedrag vertonen door verhoogde turbiditeit.

#### *Mogelijke impact van verhoogde sedimentconcentraties en bagger- en stortactiviteiten in de Zeeschelde*

Er is geen specifieke informatie beschikbaar over directe effecten van sediment op glasaal intrek. Wel wijzen Wenger et al. (2017) op de mogelijke negatieve effecten op vis van het geluid dat geproduceerd wordt bij baggerwerken. Voor juveniele paling werd het effect van geluid onderzocht op hun antipredator gedrag door Simpson et al. (2015). Zij ontdekten dat de juvenielen 50% minder kans hadden om een predator te ontlopen en ook 25% minder snel waren om er aan te ontsnappen. Ze waren dus dubbel zo vatbaar voor predatie door verhoogd omgevingsgeluid (passerende schepen in dit geval) van 96 dB re 1  $\mu$ Pa (omgevingsgeluid labo) en 108 dB re 1  $\mu$ Pa (omgevingsgeluid haven zonder passerende schepen) tot 148 dB re 1  $\mu$ Pa (haven met passerend schip). De sterkte van geluid ten gevolge van baggerwerken wordt vastgelegd op 111-170 dB re 1  $\mu$ Pa (Wenger et al. 2017). Bovendien vertoonden de juvenielen in de haven met passerende schepen een hoger stressniveau a.d.h.v. een vermindering in hun ruimtelijke prestaties, verhoogde ademhaling en verhoogd metabolisme, vergeleken met juvenielen die niet aan verhoogd achtergrondgeluid blootgesteld werden.

Er zijn geen letale, subletale of gedragseffecten door verhoogde sedimentconcentratie gekend voor adulte paling.

#### *Kwetsbare periode in de Zeeschelde*

Larven: de periode van de glasaal optrek (maart – juni).

Juvenielen zijn het hele jaar aanwezig

Adulte uittrek naar zee: september-december

#### **6.1.8 Bot (*Platichthys flesus*)**

Sinds een aantal jaren kunnen we spreken van een Zeeschelde populatie voor bot. Jaarlijks komen larven in redelijke maar wisselende aantallen het estuarium opgezwommen. Bot is geen commerciële platvis, maar staat op het dieet van Lepelaar en zeehond.

#### *Levenscyclus/trekgedrag*

Bot is een amfidrome soort, de levenscyclus kan ook op zee voltooid worden. In de Noordzee paaient ze van februari tot mei. Larven migreren passief met getij mee naar de zoetwater zone. Bij eb verblijven ze op de bodem (Jager 1999; Muus et al. 1999). Juvenielen groeien gedurende een viertal jaar op in zoetwater (Kerstan 1991). Geslachtsrijpe bot migreert in de winter (oktober-december) naar zee.

De pelagisch levende botlarve voedt zich met klein, zwevend dierlijk plankton. Als de bot overgaat op het bodemleven, schakelt hij over op bodemvoedsel. De vis heeft een gevarieerd dieet dat bestaat uit wormen, kleine kreeftjes, jonge schelpdieren, krabben en garnalen. Grote botten zijn roofzuchtige vissen, die naast het genoemde bodemvoedsel ook alle mogelijke soorten jonge vis eten.

In de Zeeschelde treffen we het hele jaar door juveniele en adulte bot van Gent tot de grens

#### *Mogelijke impact van verhoogde sedimentconcentraties en bagger- en stortactiviteiten in de Zeeschelde*

Larven zijn gevoelig voor sedimentafzet tijdens eb. Eenmaal de bot is overgeschakeld naar het bodemleven is deze soort gevoelig voor baggeractiviteiten: onrechtstreeks omdat voedsel wordt verwijderd en rechtstreeks omdat de bot zelf kan verwijderd worden. De impact van verhoogde sedimentconcentraties op het succes van de larvenoptrek is niet echt gekend.

#### *Kwetsbare periode in de Zeeschelde*

Larven optrek: maart-juni

Juvenielen: het hele jaar door

Adulte uittrek naar zee: september-december

#### **6.1.9 Dunlipharder (*Chelon ramada*)**

Dunlipharder burgert zich in als commerciële soort. Een Dunlipharder populatie bouwt zich langzaam op in het Schelde-estuarium. De soort wordt jaarlijks jaarrond gevangen zij het in kleinere aantallen.

#### *Levenscyclus/trekgedrag*

Dunlipharders, een amfidrome soort, brengen een groot deel van hun leven in het estuarium door. Juveniele dunlipharders gebruiken estuaria als opgroeigebied (Pauly en Froese, 2018). In de mesohaliene en oligohaliene zone van de Zeeschelde vangen we hoofdzakelijk in het voorjaar en het najaar juveniele dunlipharders (kleiner dan 4cm). De aantallen dunlipharders gevangen in het voorjaar zijn wel veel lager. We vingen slechts eenmaal dunlipharder in de zoetwaterzone. In de zomer vangen we sporadisch juveniele dunlipharder tussen 4 en 10 cm. In 2018 vingen we in september volwassen dunlipharders in KBR. Geslachtsrijpe adulten trekken naar zee om zich voort te planten. Volgens Stevens et al. (2009) zou de paaïmigratie starten op het einde of vlak na de winter. Na het afzetten van de eieren keren de adulten terug naar het estuarium (Modrusan et al. 1991). Juveniele dunlipharders trekken vanaf begin augustus het estuarium op, in het najaar bereiken ze de oligohaliene zone.

Dunlipharders eten als volwassen vooral epifytische algen, detritus, kleine bentische en planktonische organismen, pelagische eitjes en larven. Als juvenielen eten ze vooral zoöplankton, wanneer ze groter worden dan 3 cm eten ze vooral bentische dieren en planten.

#### *Mogelijke impact van verhoogde sedimentconcentraties en bagger- en stortactiviteiten in de Zeeschelde*

Zuurstofarme perioden, gekoppeld aan algenbloei ten gevolge van baggeractiviteiten kunnen een terugval van de populatie veroorzaken doordat juveniele dunlipharders het estuarium niet kunnen optrekken (Maes et al. 2007; Murenu et al. 2004).

#### *Kwetsbare periode in de Zeeschelde*

Larven: verblijven op Zee

Juveniele optrek: Augustus-september

Adulte uittrek naar Zee: januari-februari

## **6.2 Estuarien residente vissen**

### **6.2.1 Kleine zandspiering (*Ammodytes tobianus*)**

Kleine zandspiering is in de Westerschelde en belangrijke voedselbron voor de visdief, een vogelrichtlijnsoort. In de Zeeschelde zijn waarnemingen niet zo algemeen.

#### *Levenscyclus*

De kleine zandspiering is eerder typisch voor de polyhaliene en mesohaliene zone van de Westerschelde. In de Zeeschelde vangen we enkel exemplaren van minder dan 9 cm in de zomer en het najaar, in de mesohaliene en oligohaliene zones. Er is geen literatuur bekend wanneer kleine zandspiering adult wordt alhoewel Pauly en Froese (2018) melden een geslachtsrijpheid bij lengtes tussen de 11 en 15 cm.

De adulte zandspiering voedt zich met zoöplankton en grotere diatomeeën.

#### *Mogelijke impact van verhoogde sedimentconcentraties en bagger- en stortactiviteiten in de Zeeschelde*

Kleine zandspiering leeft alternerend ingegraven (vooral in de winter) in zanderige bodem of zwemmend in scholen (Pauly en Froese, 2018). Dat zou kunnen betekenen dat ingegraven juvenielen hinder kunnen ondervinden van baggeractiviteiten. Het is echter onwaarschijnlijk dat deze soort zich zou ingraven in de Beneden Zeeschelde aangezien dit de grens van het verspreidingsgebied is.

#### *Kwetsbare periode in de Zeeschelde*

Niet gekend, waarschijnlijk ook niet relevant.

### **6.2.2 Brakwatergrondel (*Pomatoschistus microps*)**

Er is een duurzame populatie brakwatergrondel in de Zeeschelde. Naar aantallen kan deze soort, vooral in het najaar, zeer dominant aanwezig zijn in de zoete en oligohaliene zone. Daarom werd deze soort als sleutelsoort opgenomen in deze lijst.

#### *Levenscyclus*

Brakwatergrondel, een kortlevende (20 maanden) bentische soort die gans zijn leven doorbrengt in het estuarium, vertoonde in de Zeeschelde de laatste jaren een spectaculaire toename in aantallen. De grootste aantallen worden gevangen in de zoete zone met lange verblijftijd (Durmemonding-Dendermonde) maar de soort is algemeen van de grens tot Gent.

De paaiperiode is weinig specifiek, en varieert tussen februari en september. Brakwatergrondels vertonen broedzorg op het nest, het mannetje verdedigt het legsel. Tijdens de broedzorg houdt hij zich veel bezig met het

ventileren van de eieren. Met wapperende vinnen brengt hij een waterstroom op gang, en wuift het nest zuurstof toe. Met deze beweging wordt ook 'settling' op het legsel van sediment uit het water verhindert.

Brakwatergrondel leeft op een gevarieerd dieet: benthische invertebraten, kleine amfipoden, crustacea, wormen, larven van chironomiden en mijten.

#### *Mogelijke impact van verhoogde sedimentconcentraties en bagger- en stortactiviteiten in de Zeeschelde*

Er is geen directe hinder gekend van verhoogde sedimentconcentratie in het water. Voor dikkopje, een zustersoort (zie verder) werd aangetoond dat deze zich genetisch kan aanpassen aan heersende lichtomstandigheden. Baggeren heeft potentieel een directe impact op alle levensstadia aangezien op de locatie van de baggerwerken de vissen kunnen opgezogen worden. Daarnaast kan ook het afzetten van sediment de nesten verstoren, dit wordt eventueel beperkt door het 'ventileren' door de mannetjes.

#### *Kwetsbare periode in de Zeeschelde*

eitjes/larven: februari-september

juvenielen en adulten zijn hele jaar door aanwezig in de volledige Zeeschelde

### 6.2.3 Dikkopje (*Pomatoschistus minutus*)

Dikkopje vertoont eveneens een spectaculaire toename in aantallen de laatste jaren in de Zeeschelde. De grootste aantallen worden gevangen in de oligohaliene zone (Burcht - Durmemonding) maar de soort is algemeen van de grens tot Dendermonde.

#### *Levenscyclus*

Dikkopje, net als de brakwatergrondel kortlevende (ongeveer 2jaar) benthische soort, brengt gans zijn leven doorbrengt in het estuarium. De paaitijd is van maart tot juni het kuitschieten gebeurt drie tot vier maal. Ook bij deze soort is er broedzorg door de mannetjes.

Het dieet bestaat uit polychatea, amphipoden, aasgarnalen en vislarven. Zelf worden ze door veel vissen gegeten, ze zijn dus een belangrijke schakel in het voedselweb. In de Noordzeeregio zijn er verschillende genetische varianten met een aparte strategie om zich aan de plaatselijke onstabiele lichtomstandigheden aan te passen.

#### *Mogelijke impact van verhoogde sedimentconcentraties en bagger- en stortactiviteiten in de Zeeschelde*

Er is geen directe hinder gekend van verhoogde sedimentconcentratie in het water. Er is aangetoond dat deze soort zich genetisch kan aanpassen aan heersende lichtomstandigheden. Baggeren heeft potentieel een directe impact op alle levensstadia aangezien op de locatie van de baggerwerken de vissen kunnen opgezogen worden. Daarnaast kan ook het afzetten van sediment de nesten verstoren, dit wordt eventueel beperkt door het 'ventileren' door de mannetjes.

#### *Kwetsbare periode in de Zeeschelde*

eitjes/larven: maart - juni

juvenielen en adulten zijn het hele jaar door aanwezig

## 6.3 Mariene juvenielen

Alle mariene juveniele soorten die in de Zeeschelde gevangen worden zijn commerciële soorten. Als doelstelling werd in 2005 (Adriaensen et al, 2005) vooropgesteld dat de Beneden-Zeeschelde door haar goede kinderkamerfunctie significant moet bijdragen tot de commerciële visstocks van de Noordzee.

### 6.3.1 Rode poon (*Chelidonichthys lucernus*)

In de Zeeschelde is het aantal waarnemingen van rode poon eerder beperkt tot enkele exemplaren in het voorjaar in de mesohaliene zone. De Zeeschelde is als dusdanig momenteel geen essentieel habitat voor deze soort.

#### *Levenscyclus*

Rode poon, een commercieel belangrijke vissoort leeft voornamelijk op zee, maar juvenielen komen zich voeden in het estuarium. De Beneden-Zeeschelde is momenteel de uiterste verspreidingszone voor deze soort in het Schelde-estuarium. Het voedsel van de rode poon bestaat uit vis, crustacea en mollusken.

#### *Mogelijke impact van verhoogde sedimentconcentraties en bagger- en stortactiviteiten in de Zeeschelde*

Niet van toepassing

#### *Kwetsbare periode in de Zeeschelde*

Niet van toepassing

### 6.3.2 Haring (*Clupea harengus*)

Haring wordt de laatste jaren als juveniel massaal waargenomen in de Zeeschelde tot in Kastel. De Zeeschelde draagt dus significant bij tot de rekrutering van jonge vis tot de volwassen commerciële visstocks van deze soort.

#### *Levenscyclus*

In het voorjaar trekken larven op tot in de zoetwaterzone. Na twee jaar in de kraamkamer trekken de juvenielen in het najaar terug naar zee om de school te vervoegen. Naast hun commercieel belang zijn ze ook een belangrijke voedselbron voor roofvis, aquatische zeezoogdieren en vogels.

Haring is in alle levensstadia planktivoor en voedt zich voornamelijk met copepoden.

#### *Mogelijke impact van verhoogde sedimentconcentraties en bagger- en stortactiviteiten in de Zeeschelde*

Johnston and Wildish (1982) vonden een invloed van sediment die de zichtvermogen van larven verminderde. Dat heeft een invloed op het vinden van voedsel. Larven kunnen de traditionele opgroeigebieden soms niet bereiken ten gevolge van voedseltekort, of door veranderingen in hydrografie en milieu (Corten 1986). Dit is zeker niet het geval in de Zeeschelde waar larven tot in Branst en verder worden opgevisst. Het typische kraamkamer habitat voor de haring, zoals beschreven in de literatuur is eerder in de brakke zone. Het is niet duidelijk waarom de larven in de Zeeschelde doortrekken tot in de zoete zone.

#### *Kwetsbare periode in de Zeeschelde*

Larven optrek april-mei tot aan de Durmemonding

Juvenielen zijn het hele jaar aanwezig en trekken naar zee tussen september-december

Adulten zijn weinig of niet aanwezig in de Zeeschelde

### 6.3.3 Zeebaars (*Dicentrarchus labrax*)

Sinds een tiental jaren vinden we juveniele zeebaars tot in Wetteren in het najaar en jaarrond tot in Branst. Het aantal gevangen individuen is zeer wisselvallig. We vingden hoge aantallen in 2012, 2014 en 2017, andere jaren was de vangst eerder gering. De Zeeschelde draagt dus met wisselvallige bijdrage bij tot de rekrutering van jonge vis tot de volwassen commerciële visstocks van de zeebaars. Deze soort is omwille van zijn vechtlust ook populair in de sportvisserij.

#### *Levenscyclus*

Zeebaars, leeft als adult in zee, relatief dicht bij de kust (zone van 80 km tot de kust). Bij het warmer worden van het water (tegen de lente/zomer) trekken ze naar estuaria om er de zomer door te brengen (Kroon 2007). In de winter trekken de vissen naar diepere warmere plaatsen verder uit de kust. Adulte zeebaarzen uit de Noordzee trekken in de winter naar het Kanaal en ten zuiden van England. Door global warming echter overwinteren steeds meer adulten in de Noordzee. De zeebaars paait bij een watertemperatuur van 8,5 tot 11°C. De larven drijven richting de kust waar ze 2 tot 3 maand verblijven om te eten en te groeien. Als juveniel zwemmen ze actief naar estuariene opgroeigebieden. Juvenielen blijven 4 of 5 jaar in de opgroeigebieden. In de Zeeschelde overwinteren ze in de buurt

van Doel. Volwassen zeebaarzen zijn zeldzaam in de Zeeschelde. De Zeebaars heeft een brede zouttolerantie, vooral juvenielen zijn goed bestand tegen lage zoutgehalten en zijn regelmatig in zoetwatergetijdengebieden te vinden, zoals ook het geval is in de Zeeschelde.

Zeebaars is zowel overdag als s 'nachts actief. Het voedsel van de volwassen zeebaars is afwisselend en bestaat vooral uit kreeften, garnalen, schaaldieren en vissen. Juveniele zeebaars voedt zich met voornamelijk met ongewervelde bodemdieren en zoöplankton. Het aandeel garnalen en vis in het dieet neemt toe met de leeftijd.

#### *Mogelijke impact van verhoogde sedimentconcentraties en bagger- en stortactiviteiten in de Zeeschelde*

Zeebaars komt zowel in troebel als in helder water voor. In helder water jaagt de vis op zicht. Bij troebel water kan de vis echter gemakkelijk overschakelen op andere zintuigen om zijn voedsel te bemachtigen. De kieuwen van zeebaars kunnen bij langdurige blootstelling van gecontamineerd sediment, dat vrijkomt bij baggeren, deformaties vertonen (Martins et al. 2016).

#### *Kwetsbare periode in de Zeeschelde*

Larve: niet aanwezig in de Zeeschelde

Juveniel: de perioden van optrek en uittrek zijn niet echt gekend

Adulten: Zeldzaam in de Zeeschelde

### 6.3.4 Tong (*Solea solea*)

Tong wordt jaarlijks jaarrond gevangen in de Zeeschelde, in zeer wisselende maar soms zeer grote aantallen. De grootste aantallen worden steeds in het intergetijdengebied rond de Belgisch-Nederlandse grens gevangen. Ook in Antwerpen worden nog redelijke aantallen waargenomen, verder stroomopwaarts zijn er nog slechts sporadische vangsten. De Beneden Zeeschelde draagt dus bij tot de rekrutering van jonge vis tot de volwassen commerciële visstocks van de zeetong.

#### *Levenscyclus*

Tong leeft als adult in zee, relatief dicht bij de kust en paait van april tot juni dicht onder de kust op een diepte van 20 meter. De eieren en larven leven vrij zwevend in het water. Bij een lengte van 12-14 mm gaat jonge tong naar de bodem. Juvenielen trekken de Zeeschelde op om op te groeien tot in de mesohaliene zone in het voorjaar en de zomer. Adulte exemplaren zijn eerder zeldzaam in de Zeeschelde. We weten niet hoelang de juvenielen in het estuarium blijven. Geslachtrijpe adulten trekken naar zee januari-februari om te paaien.

Tong is een nachtjager, die leeft op modderige of zandige bodems. Het voedsel bestaat uit wormen, weekdieren en kleine kreeftachtigen, vooral garnalen en vlokreeften. Juvenielen eten ook vlokreeften (Cabral 2005).

#### *Mogelijke impact van verhoogde sedimentconcentraties en bagger- en stortactiviteiten in de Zeeschelde*

Verhoogde sedimentconcentraties in het water zullen weinig invloed hebben op het foerageersucces van deze nachtjager. Baggerwerkzaamheden kunnen opgroeiende tongen mee op zuigen, het voedsel kan bedekt worden door sediment of eveneens weggezogen. Verder hebben studies uitgewezen dat morfologische verandering van het opgroeigebied, meer bepaald grootte van de zandkorrels, een negatieve invloed heeft voor de juveniele tong (Post et al. 2017; Rogers 1992). De juveniele tong kan niet goed tegen grove zandkorrels.

#### *Kwetsbare periode in de Zeeschelde*

Larven blijven op zee

Juveniele optrek: voorjaar zomer, voornamelijk tot onder Antwerpen. Verblijfperiode onbekend.

Juveniele/adulte uittrek: vermoedelijk januari-februari, maar er is onvoldoende kennis beschikbaar om hier verder uitspraken over te doen

## 6.4 Marien seizoenale vissen

Ook de marien seizoenale vissen van belang in de Zeeschelde zijn commerciële soorten.

### 6.4.1 Ansjovis (*Engraulis encrasicolus*)

Ansjovis wordt jaarlijks in eerder beperkte hoeveelheden gevangen in de Zeeschelde, tot in Steendorp. De Zeeschelde draagt dus weinig of niet bij tot de commerciële Noordzee visstock van deze soort.

#### *Levenscyclus*

Ansjovis zwemt in grote scholen op diepten tot enkele tientallen meters. Ze trekken vanaf april naar het noorden om zich voort te planten. Ze paaien in het voorjaar en de zomer in brak water, waarbij ze tot ver de estuaria intrekken. De bevruchte eieren komen uit na 24 tot 65 uur en verblijven pelagisch in de bovenste waterlagen. Ansjovis trekt de Schelde binnen wanneer de temperatuur van het estuarium warmer wordt dan deze in de zee. In oktober, wanneer de watertemperatuur van het estuarium koeler wordt dan de watertemperatuur in de zee, verlaten ze het estuarium (Nijssen and De Groot 1987). Juvenielen trekken in de zomer tot in de mesohaliene zone van de Zeeschelde. Adulte ansjovissen komen enkel voor in de Westerschelde, vroeger werden ze tot in Doel goed gevangen (Vrielynck et al. 2003).

Het voedsel bestaat uit dierlijk plankton, met name roeipootkreeftjes, maar ook algen.

#### *Mogelijke impact van verhoogde sedimentconcentraties en bagger- en stortactiviteiten in de Zeeschelde*

Mogelijks zijn de pelagische eitjes en larven gevoelig voor verhoogde sedimentconcentratie. Mogelijks kan het verminderen van voedsel (plankton) ten gevolge van baggeren het rekruteringspercentage naar beneden halen. In de experimenten van Wilber and Clarke (2001) stierf 10% van de geteste vis bij sediment doses tussen 1000 en 10.000 mg/l in 1 etmaal.

#### *Kwetsbare periode in de Zeeschelde*

Larven: voorjaar en zomer (Westerschelde)

Juvenile optrek in de Beneden Zeeschelde: Zomer (juni-augustus); uittrek: oktober

Adulten: uitzonderlijk aanwezig in september-november tot Antwerpen.

### 6.4.2 Sprot (*Sprattus sprattus*)

Sprot werd tot voor kort in beperkte aantallen gevangen in de Zeeschelde. Jaarlijks nemen de aantallen toe, ook in de oligohaliene en zoete zone. De Zeeschelde wordt dus belangrijk als opgroeigebied voor deze commerciële soort.

#### *Levenscyclus*

Juvenielen van deze pelagische marien seizoenale vis zwemmen in scholen het estuarium op om op te groeien (Froese and Pauly 2018). Ze verblijven vooral in de vaargeul in de mesohaliene en oligohaliene zones en worden gans het jaar door aangetroffen. In de Zeeschelde worden ze in de zomer en het najaar ook wel in de zoetwater zone aangetroffen. Adulten worden enkel in de mesohaliene zone waargenomen.

Sprot is een planktivore vis.

#### *Mogelijke impact van verhoogde sedimentconcentraties en bagger- en stortactiviteiten in de Zeeschelde*

Geen literatuur gevonden over de invloed van baggerwerkzaamheden op sprot. Het is onduidelijk of het doortrekken van juvenielen tot in de zoete zone typisch is voor deze soort of specifiek een aanpassing aan de situatie in het Schelde-estuarium.

#### *Kwetsbare periode in de Zeeschelde*

De levenscyclus van deze soort in de Zeeschelde is onvoldoende gekend om hierover uitspraken te doen.



## 6.5 Zoetwatervissen

### 6.5.1 Europese meerval (*Silurus glanis*)

Deze toppredator wordt als indicatorsoort beschouwd; anderzijds kunnen een beperkt aantal exemplaren verschuivingen in de visgemeenschap teweeg brengen en wordt hij als dusdanig ook als sleutelsoort beschouwd. Waarnemingen in de Zeeschelde zijn eerder schaars maar nemen de laatste jaren in regelmaat toe.

#### *Levenscyclus*

De Europese meerval leeft in de Zeeschelde in zoet tot oligohalien water. De soort is voornamelijk nachtactief en dat is meer uitgesproken in de herfst en winter, wanneer ze zich voornamelijk schuilhouden in diepere delen van de rivier. Volgens de meeste bronnen vertonen ze weinig migratie en hebben ze dus geen uitgesproken leefgebied. Recente waarnemingen van 20 gezenderde meervallen in de Schelde (Franquet 2018; Pauwels et al. 2016; Vermeersch et al. 2017) geven echter aan dat de bewegingsrange zich kan uitstrekken tot 83 km, waarbij sommige individuen substantiële afstanden afleggen tussen overwinteringsgebieden en (vermoedelijk) zomerse voedselgronden. De paai treedt op in de lente. De meervallen verplaatsen zich dan van hun overwinteringsgebieden naar de paaigronden, maar dit gaat niet altijd gepaard met uitgesproken migraties. Alle auteurs geven aan dat er een redelijk grote individuele variatie is in migratieafstanden. Meerval kleiner dan 6-8 cm (larven) hebben we nog niet kunnen vangen, maar het staat buiten kijf dat meerval zich voortplant in de zoetwater zone van de Zeeschelde.

Adulten voeden zich met vis en aquatische vertebraten. Juvenielen en larven zijn benthisch en voeden zich met invertebraten en vis.

#### *Mogelijke impact van verhoogde sedimentconcentraties en bagger- en stortactiviteiten in de Zeeschelde*

Geen literatuur gevonden over negatieve invloed van baggeractiviteiten op deze soort.

#### *Kwetsbare periode in de Zeeschelde*

Niet van toepassing

### 6.5.2 Snoekbaars (*Sander lucioperca*)

Snoekbaars is een ingeburgerde exoot, met commercieel potentieel en tevens belangrijk in de sportvisserij. Als toppredator is hij eveneens indicatorsoort voor het voedselweb in de Zeeschelde. Het aantal vangsten van grote volwassen exemplaren neemt jaarlijks toe, daarnaast worden jaarlijks ook exemplaren van alle cohorten gevangen. Een duurzame populatie van snoekbaars houdt dus stand in de Zeeschelde.

#### *Levenscyclus*

Snoekbaars komt het hele jaar voor in alle zones van de Zeeschelde. De soort vertoont geen uitgesproken trekgedrag, behalve tussen overwinteringsplaatsen en zomerhabitat. In de lente migreren ze naar de paaigebieden in ondiepere zones van de rivier en zijrivieren. Algemeen genomen zullen ze nooit veel verder dan 35 km migreren tussen paai en overwinteringshabitat.

Larven eten voornamelijk zoöplankton. Juvenile snoekbaars eet muggen, eendagsvliegenlarven en andere bodemorganismen. Snoekbaars eet vanaf een lengte van 10cm uitsluitend vis. Spiering is favoriet maar ook blankvoorn, brasem, bot en zelfs snoekbaars worden gegeten.

#### *Mogelijke impact van verhoogde sedimentconcentraties en bagger- en stortactiviteiten in de Zeeschelde*

Ljunggren and Sandstrom (2007) onderzochten het effect van turbiditeit op de groei en het foerageersucces van snoekbaars en baars. Dit onderzoek toonde aan dat, in tegenstelling tot baars, snoekbaars niet minder groeide en/of minder at bij verhoogde turbiditeit (tot 25 NTU). Snoekbaars heeft een reflectieve laag in de retina die de lichtsensitiviteit de foerageercapaciteit in duistere omstandigheden versterkt. Bovendien beschikt deze soort ook over goed ontwikkelde zijlijn organen om efficiënt in het duister te foerageren (Kemp et al, 2011).

Ook pas afgezette eitjes hebben weinig nadelige effecten te ondervinden van sediment, omdat het mannetje de eitjes vrij houdt van sediment. Het sterftepercentage tijdens dit levensstadium is relatief laag vergeleken met andere vissoorten (Aarts 2007).

*Kwetsbare periode in de Zeeschelde*

Niet van toepassing



## Referenties

- Aarts, T. W. P. M., 2007. Kennisdocument snoekbaars. vol Kennisdocument 16. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Adriaensen, F., S. Van Damme, E. Van den Bergh, D. Van Hove, R. Brys, T. Cox, S. Jacobs, P. Konings, J. Maes, T. Maris, W. Mertens, L. Nachtergale, E. Struyf, A. Van Braeckel & P. Meire, 2005. Instandhoudingsdoelstellingen Schelde-estuarium. vol Rapportnummer ECOBE 05-R82. Universiteit Antwerpen, Antwerpen, 252.
- Aprahamian, M. W., J. L. Baglinière, M. R. Sabatié, P. Alexandrino, R. Thiel & C. D. Aprahamian, 2003. Biology, Status, and Conservation of the Anadromous Atlantic Twaite Shad *Alosa fallax fallax*. American Fisheries Society Symposium 35:103-124.
- Auld, A. H. & J. R. Schubel, 1978. Effects of Suspended Sediment on Fish Eggs and Larvae: A Laboratory Assessment. Estuarine and Coastal Marine Science 6:153-164.
- Bash, J., C. Berman & S. Bolton, 2011. Effects of turbidity and suspended solids on salmonids. Center for Streamside Studies, University of Washington, 74.
- Breine, J., A. De Bruyn, L. Galle, I. Lambeens, Y. Maes & G. Van Thuyne, 2018. Monitoring van de visgemeenschap in het Zeeschelde-estuarium. vol Ankerkuilcampagnes INBO.R.2018.3. Instituut voor natuur- en bosonderzoek, Brussel, 66.
- Breine, J., I. S. Pauwels, P. Verhelst, L. Vandamme, R. Baeyens, J. Reubens & J. Coeck, 2017. Successful external acoustic tagging of twaite shad *Alosa fallax* (Lacépède 1803). Fisheries Research 191:36-40  
doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2017.03.003>.
- Breine, J., M. Stevens, E. Van den Bergh & J. Maes, 2011. A reference list of fish species for a heavily modified transitional water: The Zeeschelde (Belgium). Belgian Journal of Zoology 141(1):44-55.
- Cabral, H. A., 2005. Comparative feeding ecology of sympatric *Solea solea* and *S. senegalensis*, within the nursery areas of the Tagus estuary, Portugal. Fish Biology 57(6):1550-1562.
- Corten, A., 1986. On the causes of recruitment failure of herring in the central and northern North Sea in the years 1972-1978. Journal du Conseil International pour l'exploration de la mer 42:281-294.
- De Jonge, V., K. Essink & R. Boddeke, 1993. The Wadden Sea: A changed ecosystem. In Best, E. P. H. & J. P. Bakker (eds) Netherlands-wetland Developments in Hydrobiology. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 45-71.
- Esteves, E. & J. P. Andrade, 2008. Diel and seasonal distribution patterns of eggs, embryos and larvae of Twaite shad *Alosa fallax fallax* (Lacépède, 1803) in a lowland tidal river. Acta Oecologica 34:172-185  
doi:10.1016/j.actao.2008.05.008.
- Franquet, S., 2018. Movement patterns of the Wels Catfish (*Silurus glanis* L.) in the Scheldt River basin. University of Antwerp.
- Froese, R. & D. Pauly, 2018. FishBase. In: World Wide Web Electronic Publication.
- Gregory, J. & P. Claburn, 2003. Avoidance behaviour of *Alosa fallax fallax* to pulsed ultrasound and its potential as a technique for monitoring clupeid spawning migration in a shallow river. Aquatic Living Resources 16:313-316.
- Jager, Z., 1999. Floundering; Processes of tidal transport and accumulation of larval flounder (*Platichthys flesus* L.) in the EmsDollard Nursery. Academisch proefschrift, Wageningen Universiteit.
- Johnston, D. D. & D. J. Wildish, 1982. Effect of Suspended Sediment on Feeding by Larval Herring (*Clupea harengus harengus* L.). Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 29:261-267.
- Kemp, P., D. Sear, A. Collins, P. Naden & I. Jones, 2011. The impacts of fine sediment on riverine fish. Hydrological processes 25:1800-1821 doi:10.1002/hyp.7940.
- Kerstan, M., 1991. The importance of rivers as nursery ground for 0-group and 1-group flounder (*Platichthys flesus* L.) in comparison to the Wadden Sea. Netherlands Journal of Sea Research 27:353-366.
- Kroon, J. W., 2007. Kennisdocument zeebaars, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758). vol Kennisdocument 21. Sportvisserij Nederland, Bilthoven, 52.
- Larmuseau, M. H. D., J. A. M. Raeymaekers, K. G. Ruddick, J. K. J. Van Houdt & F. A. M. Volckaert, 2009. To see in different seas: spatial variation in the rhodopsin gene of the sand goby (*Pomatoschistus minutus*). Molecular Ecology 18:4227-4239.
- Ljunggren, L. & A. Sandstrom, 2007. Influence of visual conditions on foraging and growth of juvenile fishes with dissimilar sensory physiology. J Fish Biol 70(5):1319-1334 doi:10.1111/j.1095-8649.2007.01412.x.
- Lowe, M. L., M. A. Morrison & R. B. Taylor, 2015. Harmful effects of sediment-induced turbidity on juvenile fish in estuaries. Marine Ecology Progress Series 539:241-254 doi:10.3354/meps11496.
- Maes, J., B. Geysen, M. Stevens & F. Ollevier, 2003. Oplvolging van het visbestand van de Zeeschelde: resultaten voor 2003. Studierapport in opdracht van het Instituut voor Bosbouwen Wildbeheer. Universiteit Leuven, Leuven, 16.

- Maes, J., M. Stevens & J. Breine, 2007. Modelling the migration opportunities of diadromous fish species along a gradient of dissolved oxygen concentration in a European tidal watershed. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 75(1-2):151-162.
- Maitland, P. S., 2003. The status of smelt *Osmerus eperlanus* in England. vol English Nature Research Reports. Report Numbers 516, 82.
- Maitland, P. S. & T. W. Hatton-Ellis, 2003. Ecology of the Allis and Twaite shad Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series. vol No. 3. English Nature, Peterborough.
- Maris, T., P. Meire, 2017. OMES rapport 2016. Onderzoek naar de gevolgen van het Sigmaphan, baggeractiviteiten en havenuitbreiding in de Zeeschelde op het milieu. Report Ecosystem Management Research Group ECOBE, 017-R206. Universiteit Antwerpen: Antwerpen. 158 pp.
- Martins, M., J. M. Santos, M. H. Costa & P. M. Costa, 2016. Applying quantitative and semi-quantitative histopathology to address the interaction between sediment-bound polycyclic aromatic hydrocarbons in fish gills. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 131:164-171.
- Matthews, W. J., 2011. Influence of Turbid Inflows on Vertical Distribution of Larval Shad and Freshwater Drum. *Transactions of the American Fisheries Society* 113(2):192-198.
- McDowall, R. M., 1995. Understanding diadromy. *NIWA Water & Atmosphere* 3:19.
- Modrusan, Z., E. Teskeredzic & D. Margus, 1991. First maturity, seasonal variations of gonadosomatic index, spawning time and annual migrations of grey mullets *Liza ramada* Risso, 1826 and *Chelon labrosus* Risso, 1826 from the eastern Adriatic. *Oebalia* 17:145-157.
- Murenu, M., A. Olita, A. Cau, M. C. Follesa & A. Sabatini, 2004. Dystrophy effects on the *Liza ramada* (Risso, 1826) (Pisces, Mugilidae) population in the Cabras lagoon (Central-Western Sardinia). *Chemistry and Ecology* 20(1):425-433.
- Muus, B. J., J. G. Nielsen, P. Dahlstrom & B. O. Nystrom, 1999. Zeevissen van Noord- en West-Europa. Schuyt & Co Uitgevers en Importeurs BV, Haarlem.
- Newcombe, C. P. & J. O. Jensen, 1996. Channel Suspended Sediment and Fisheries: A Synthesis for Quantitative Assessment of Risk and Impact. *North American Journal of Fisheries Management* 16(4):693-727.
- Nijssen, H. & S. J. De Groot, 1987. De vissen van Nederland. Koninklijke Bibliotheek van de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht.
- Northcote, T. G., 1998. Migratory behaviour of fish and its significance to movement through riverine fish passage facilities. In Jungwirth, M., S. Schmutz & S. Weiss (eds) *Fishing News Books*. Cambridge, Cambridge, 3-18.
- Pauwels, I. S., D. Buysse, A. Mouton, R. Baeyens, N. De Maerteleire, S. Pieters, K. Robberechts, E. Gelaude & J. Coeck, 2016. Evaluatie van vismigratie in de Demer in Diest Rapporten van het Instituut voor Natuur en Bosonderzoek. Instituut voor Natuur en Bosonderzoek, Brussel, 63.
- Post, M. H. M., E. Blom, C. Chen, L. J. Bolle & M. J. Baptist, 2017. Habitat selection of juvenile sole (*Solea solea* L.): Consequences for shoreface nourishment. *Journal of Sea Research* 122:19-24.
- Rogers, S. I., 1992. Environmental factors affecting the distribution of sole (*Solea solea* (L.)) within a nursery area. *Netherlands Journal of Sea Research* 29(1-3):153-161.
- Sepúlveda, A., R. Thiel & W. Nellen, 1993. Distribution patterns and production of early life stages of European smelt, *Osmerus eperlanus* L., from the Elbe River. *ICES* 39:1-20.
- Simpson, S. D., J. Purser & A. N. Radford, 2015. Anthropogenic noise compromises antipredator behaviour in European eels. *Global Change Biol* 21(2):586-593 doi:10.1111/gcb.12685.
- Solimini, A.G., P. Gulia, M. Monfrinotti & G. Carchini, 2000. Performance of different biotic indices and sampling methods in assessing water quality in the lowland stretch of the Tiber River. *Hydrobiologia* 442: 197-208.
- Sorensen, P. W. & A. L. Vrieze, 2003. The Chemical Ecology and Potential Application of the Sea Lamprey Migratory Pheromone. *Journal of Great Lakes Research* 29(1):66-84.
- Stevens, M., T. Van den Neucker, E. Gelaude, R. Baeyens, Y. Jacobs, A. Mouton, D. Buysse & J. Coeck, 2011. Onderzoek naar de trekvissoorten in het Schelde-estuarium : voortplantings- en opgroei-habitat van rivierprik en fint., vol INBO.R.2011.14. Instituut voor natuur- en bosonderzoek, Brussel, 71.
- Stevens, M., T. Van den Neucker, A. Mouton, D. Buysse, S. Martens, R. Baeyens, Y. Jacobs, E. Gelaude & J. Coeck, 2009. Onderzoek naar de trekvissoorten in het stroomgebied van de schelde., vol INBO.R.2009.9. Instituut voor natuur- en bosonderzoek, Brussel, 188.
- Stewart, M., C. F. Baker & T. Cooney, 2011. A Rapid, Sensitive, and Selective Method for Quantitation of Lamprey Migratory Pheromones in River Water. *Journal of Chemical Ecology* 37:1203-1207 doi:DOI 10.1007/s10886-011-0029-y.
- Teeter, J., 1980. Pheromone Communication in Sea Lampreys (*Petromyzon marinus*): Implications for Population Management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37(11):2123-2132.
- Thiel, R., A. Sepulveda & S. Oesmann, 1996. Occurrence and distribution of twaite shad (*Alosa fallax* Lacépède) in the lower Elbe river, Germany. In Kirchhofer, A. & D. Hefti (eds) *Conservation of endangered freshwater fish in Europe*. Birkhäuser Verlag, Basel, Germany, 157-170.

- Vermeersch, S., R. Baeyens, N. De Maerteleire, E. Gelaude, I. S. Pauwels, S. Pieters, K. Robberechts & J. Coeck, 2017. Evaluatie van de vismigratie in de Dijle ter hoogte van de Bovenstuw in Mechelen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2017. vol 14. Instituut voor natuur- en bosonderzoek, Brussel.
- Verreycken, H., C. Belpaire, G. Van Thuyne, J. Breine, D. Buysse, J. Coeck, A. Mouton, M. Stevens, T. Van den Neucker, L. De Bruyn & D. Maes, 2013. IUCN Red List of freshwater fishes and lampreys in Flanders (north Belgium). *Fisheries Management and Ecology* 21(2):122-132 doi:10.1111/fme.12052.
- Vrielynck, S., C. Belpaire, A. Stabel, J. Breine & P. Quataert, 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 en Afdeling Water (AMINAL), Groenendaal, 271.
- Wenger, A. S., E. Harvey, S. Wilson, C. Rawson, S. J. Newman, D. Clarke, B. J. Saunders, N. Browne, M. J. Travers, J. L. McIlwain, P. L. A. Erftemeijer, J. A. Hobbs, D. Mclean, D. M. Depczynski & R. D. Evans, 2017. A critical analysis of the direct effects of dredging on fish. *Fish and Fisheries* 18:967-985 doi:10.1111/faf.12218.
- Wilber, D. H. & D. G. Clarke, 2001. Biological Effects of Suspended Sediments: A Review of Suspended Sediment Impacts on Fish and Shellfish with Relation to Dredging Activities in Estuaries. *North American Journal of Fisheries Management* 21:855-875.