

Is zandhonger in de Oosterschelde slecht voor vissen?

Eindrapport

RIKZ Middelburg

Grontmij | AquaSense
Amsterdam, 4 juli 2007

Verantwoording

Titel : Is zandhonger in de Oosterschelde slecht voor vissen?

Subtitel :

Projectnummer : 227398

Referentienummer :

Revisie :

Datum : 4 juli 2007

Auteur(s) : Dr. ir. C. Rutjes

E-mail adres : Carlo.Rutjes@Grontmij.nl

Gecontroleerd door : Dr. K. Bruning

Paraaf gecontroleerd :

Goedgekeurd door : Dr. J.F. Postma

Paraaf goedgekeurd :

Contact : Kruislaan 411A
1098 SJ Amsterdam
Postbus 95125
1090 HC Amsterdam
T +31 20 592 22 44
F +31 20 592 22 49
E info@aquasense.nl
Handelsregister
30129769

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	7
1 Inleiding.....	9
1.1 Inleiding.....	9
1.2 Aanleiding.....	9
1.3 Opdracht.....	10
1.4 Leeswijzer.....	10
2 Oosterscheldewerken.....	11
2.1 De belangrijkste veranderingen na aanleg van de waterkering.....	11
3 De visfauna in de Oosterschelde.....	15
3.1 Visbestanden in de Oosterschelde.....	15
3.2 Ecologische indeling.....	17
4 Negatieve effecten van zandhonger.....	19
4.1 Welke negatieve effecten van zandhonger.....	19
4.1.1 Geulen.....	19
4.1.2 Schorren, platen en slikken.....	19
4.1.2.1 Areaal.....	19
4.1.2.2 Voedsel.....	20
4.1.2.3 Predatie.....	20
4.1.2.4 Temperatuur.....	21
4.2 Welke soorten worden negatief beïnvloed.....	21
5 Ecologisch profiel van negatief beïnvloedde soorten.....	23
5.1 Schol (<i>Pleuronectes platessa</i>).....	23
5.1.1 Verspreiding.....	23
5.1.2 Voortplanting.....	23
5.1.3 Habitat.....	23
5.1.4 Voedsel.....	24
5.1.5 Mogelijke effecten van zandhonger.....	24
5.2 Bot (<i>Platichthys flesus</i>).....	26
5.2.1 Verspreiding.....	26
5.2.2 Voortplanting.....	26
5.2.3 Voedsel.....	26
5.2.4 Habitat.....	26
5.2.4.1 Mogelijke effecten van zandhonger.....	26
5.3 Zeebaars (<i>Dicentrarchus labrax</i>).....	27
5.3.1 Verspreiding.....	27
5.3.2 Voortplanting.....	27
5.3.3 Habitat.....	27
5.3.4 Voedsel.....	28
5.3.5 Mogelijke effecten van zandhonger.....	28

6	Positieve effecten van zandhonger	29
6.1	Welke positieve effecten van zandhonger	29
6.1.1	Geulen	29
6.1.2	Ondiep sublitoraal	29
6.2	Welke soorten worden positief beïnvloed	29
7	Ecologisch profiel van positief beïnvloede soorten	31
7.1	Tong (<i>Solea vulgaris</i>)	31
7.1.1	Verspreiding	31
7.1.2	Voortplanting	31
7.1.3	Habitat	32
7.1.4	Voedsel	33
7.1.5	Mogelijke effecten van zandhonger	33
7.2	Grondels (<i>Gobiidae</i>)	33
7.2.1	Soorten	33
7.2.2	Verspreiding	33
7.2.3	Voortplanting	34
7.2.4	Habitat	34
7.2.5	Voedsel	34
7.2.6	Grondels als bijvangst	35
7.2.7	Mogelijke effecten van zandhonger	35
8	Zandhonger in relatie tot populatiedynamiek	37
8.1	Veranderingen in de visstand in de Oosterschelde	37
8.2	Factoren die visstand beïnvloeden	39
8.3	Beïnvloedt zandhonger de populatiedynamica?	40
8.3.1	Effecten op het totale bestand	40
8.3.2	Effecten binnen de Oosterschelde	40
8.4	Aanbevelingen	41
9	Literatuur	43

Samenvatting

Zandhonger als gevolg van de Oosterscheldewerken leidt tot een afname van het areaal aan litoraal (geulen in schorren, platen en slikken) en een toename van het areaal aan ondiep sublitoraal. Daarnaast vindt verlaging van het litoraal plaats door erosie.

Van de visbestanden in de Oosterschelde maken twee groepen hiervan het meest gebruik: een deel van de marien juvenielen waarvoor het litoraal en ondiep sublitoraal een kinderkamer vormt (platvis en zeebaars), en de estuarien residente soorten, waarvoor het sublitoraal een belangrijk leefgebied vormt (grondels).

Afname van het areaal aan geschikte kinderkamers (litoraal) voor jonge schol, bot, griet, tarbot en zeebaars heeft mogelijk een negatief effect op deze soorten. Larven en juvenielen zullen zich in het overgebleven areaal vestigen waardoor, afhankelijk van de dichtheid, de mortaliteit hoger wordt. Predatie en voedsellimitatie spelen hierbij een rol. Voor in ieder geval schol is vastgesteld dat in sterke jaren met veel aanvoer van larven en juvenielen deze effecten dempend werken op de overleving. Naast areaal neemt de kwaliteit van de kinderkamers af door verlaging. In dieper water zal de temperatuur in de lente minder snel oplopen en zullen meer predatoren aanwezig zijn.

Het areaal aan geschikte kinderkamer voor tong (sublitoraal) neemt toe, alsook het leefgebied voor grondels. De hierboven beschreven effecten zullen bij tong juist andersom werken en sterke jaarklassen aan larven zullen verhoudingsgewijs tot meer rekrutering leiden. Aangezien het areaal aan geschikt leefgebied voor grondels groter wordt, is de voorwaarde aanwezig voor populaties om te groeien.

Omdat de aantallen van de genoemde soorten in de Oosterschelde slechts in geringe mate bijdragen aan het totale bestand, zullen effecten binnen de Oosterschelde slechts een zeer kleine invloed hebben op de totale hoeveelheid.

Veranderingen in de visbestanden binnen de Oosterschelde zijn bij voortschrijden van het zandhongerproces pas op de zeer lange termijn te verwachten. Ten minste voor tong en schol is er een relatie tussen de grootte van afzonderlijke paaipopulaties en kinderkamer grootte. Echter, omdat het relatieve belang van de kinderkamers van de Oosterschelde voor specifieke paaipopulaties onbekend is, kan geen inschatting gedaan worden van het effect bij verdwijnen ervan. Nader onderzoek zou hiervoor nodig zijn. Het is gebleken dat afname van de kinderkamer grootte van tong en schol met 35% geen meetbaar effect had. Voor mogelijke effecten van zandhonger binnen de Oosterschelde geldt dat zij waarschijnlijk wegvallen tegenover de bestaande fluctuaties in visbestanden. Visserijdruk en variatie in jaarklassterkte door bijvoorbeeld weersomstandigheden spelen hierbij een belangrijke rol.

1 Inleiding

1.1 Inleiding

Door de aanleg van de Oosterscheldekering en compartimenteringdammen Philipsdam en Oesterdam is de hoeveelheid zeewater dat per getij de Oosterschelde in- en uitstroomt met 30% gereduceerd. Deze reductie heeft tot gevolg gehad dat de stroomsnelheden met 30% tot lokaal 80% zijn afgenomen. Hierdoor zijn eb en vloedstroom niet meer in staat zand het intergetijdengebied op te transporteren. Het gevolg is dat het evenwicht tussen afbraak en opbouw van het intergetijdengebied is verstoord en verschoven naar afbraak. Doorgaande erosie van het intergetijdengebied is het resultaat. Dit proces staat bekend als de zandhonger van de Oosterschelde. De zandhonger zal naar verwachting leiden tot negatieve effecten voor de gebruikers en de natuur van de Oosterschelde. De populaties van de van het intergetijdengebied afhankelijke steltlopers staan nu al onder druk.

1.2 Aanleiding

Rijkswaterstaat is beheerder van de Oosterschelde en wordt vanuit die rol geconfronteerd met vragen over de gevolgen van de zandhonger. Rijkswaterstaat onderzoekt eventuele gevolgen ervan op beheertaken: bescherming tegen overstroming (veiligheid), het veilig en snel laten verlopen van het scheepvaartverkeer (toegankelijkheid) en op de fysieke omgeving met bijhorende ecosystemen (natuurlijkheid).

Nauw verbonden met de signalering van de zandhongerproblematiek is de vraag of er beheermaatregelen mogelijk zijn om de gevolgen tegen te gaan. Bestaan er redelijke maatregelen in termen van kosten, duurzaamheid en toepasbaarheid? Om dit inzicht te verkrijgen heeft RWS Zeeland aan het RIKZ opdracht gegeven te starten met de verkenning zandhonger Oosterschelde.

In de verkenning zijn de volgende deelproducten onderscheiden:

- de autonome ontwikkeling van de zandhonger inzichtelijk te maken,
- de effecten van de autonome ontwikkeling op de gebruiksfuncties natuur, veiligheid, scheepvaart, schelpdiersector en visserij te bepalen,
- na te gaan of er maatregelen zijn te treffen die de doorgaande erosie kunnen stoppen, vertragen, of compenseren en de effectiviteit van die maatregelen te beoordelen met een kosten-baten analyse,
- ontwikkelingsschetsen voor te stellen van mogelijke (eind)situaties van het intergetijdengebied die zijn te bereiken door het samenstellen van maatregelpakketten, ondersteund door kostenanalyses.

Vanuit de gebruiksfuncties natuur en visserij is het van belang te weten wat voor effecten de doorgaande erosie van het intergetijdengebied heeft op de visstand. Vissen zijn een belangrijk deel van het Oosterschelde-ecosysteem. Ze hebben als consument van voornamelijk dierlijk plankton en bodemdieren en als voedselbron voor vogels en zeehonden een belangrijke positie bovenin de voedselketen.

1.3 Opdracht

Er zijn mogelijk effecten te verwachten van de zandhonger op de visstand, zowel negatieve als positieve. Het is bekend dat het intergetijdengebied wordt gebruikt als foerageergebied door een aantal platvissen en als kinderkamer. Het RIKZ heeft daarom Grontmij|AquaSense gevraagd om een deskstudie te doen naar de volgende centrale vraag: Wat is het effect van de voortgaande erosie op de visstand van de Oosterschelde? Deze centrale vraag is uit te splitsen naar een aantal concrete onderzoeksvragen:

- Inventarisatie soorten met een negatief effect: Welke vissen maken op welke wijze gebruik van het intergetijdengebied (foerageren, kinderkamer etc) van de Oosterschelde. Wat is het belang van het intergetijdengebied voor deze soorten ten opzichte van het overige sublitoraal?
- Inventarisatie soorten met een positief effect: Voor welke soorten zal het verlies aan intergetijdengebied en de daaraan gekoppelde toename van laagdynamisch ondiep water in de Oosterschelde positief uitpakken. Welke soorten zijn in welke levensfase gebruiker van het ondiepe water.
- Stel voor de geïnventariseerde soorten (eventueel voor een selectie via indicatoren) een ecologisch profiel op met daarin in ieder geval de populatieontwikkeling in de Oosterschelde van voor en na de sluiting van de kering.
- Een kwalitatieve beoordeling van het effect van de zandhonger op de populaties van de geselecteerde soorten/indicatoren.
- Een orde grootte bepaling het “zandhongereffect” in relatie met de al gesignaleerde populatieveranderingen. Valt het zandhongereffect weg in de natuurlijke fluctuaties of is er sprake van significantie?

Het onderzoek moet worden gebaseerd op een analyse van bestaande informatie zoals monitorgegevens of literatuurstudie.

1.4 Leeswijzer

De deelvragen komen in een logische volgorde terug in de volgende hoofdstukken. In hoofdstuk 3 wordt eerst in het kort weergegeven welke veranderingen er in de Oosterschelde hebben plaatsgevonden in de afgelopen decennia. Daarna wordt in hoofdstuk 3 stilgestaan bij de visfauna en op welke manier vissen van de Oosterschelde gebruik maken. In hoofdstuk 4 wordt eerst een algemeen beeld gegeven van de meest waarschijnlijke negatieve effecten van zandhonger op vissen en bij welke soorten hiervan een effect valt te verwachten. Van enkele indicatieve soorten wordt een kort ecologisch profiel gegeven. In hoofdstuk 6 en 7 wordt hetzelfde gedaan voor de positieve effecten. In hoofdstuk 8 wordt ingegaan op de vraag of zandhonger een significante bijdrage levert aan de variatie in de visstand van de Oosterschelde en worden aanbevelingen gedaan.

2 Oosterscheldewerken

2.1 De belangrijkste veranderingen na aanleg van de waterkering

De Oosterschelde kan worden opgedeeld in Monding, Midden, Noordtak, Kom en Markiezaat (Figuur 2.1). De Oosterschelde heeft sinds de jaren '80 een aantal belangrijke veranderingen ondergaan (RIKZ, 2004) welke hieronder in het kort geschetst worden. Aanvankelijk zou de Oosterschelde volgens het Deltaplan afgesloten worden van de zee door een dam, maar omwille van de waardevolle natuur en de economisch belangrijke visserijactiviteiten werd er uiteindelijk voor gekozen de stormvloedkering te bouwen. Deze is in 1986 in gebruik genomen. Om voldoende zoetwater voor de landbouwsector in West-Brabant te realiseren, een getijloze scheepvaartverbinding tussen Antwerpen en Rotterdam tot stand te brengen en een voldoende groot getijverschil te behouden, werden in het oostelijk deel van de Oosterschelde de Oesterdam (1986) en in de noordelijke tak de Philipsdam (1987) aangelegd. De oorspronkelijke Oosterschelde is daarmee in drieën gesplitst:

- 1) het mondingsdeel ten westen van de stormvloedkering, deze bleef een onderdeel van de Voordelta;
- 2) de delen landwaarts achter de Oester- en Philipsdam, deze werden getijloos en zoet;
- 3) het deel tussen de stormvloedkering en de compartimenteringdammen (de zeearm 'kleine Oosterschelde'), deze kreeg een meer gedempt getij en een stabiel hoog zoutgehalte. Door de Oosterscheldewerken is de waterhuishouding gewijzigd. Tabel 2.1 geeft een overzicht van de belangrijkste fysische veranderingen.

Tabel 2.1: Overzicht van de abiotische veranderingen die in de Oosterschelde hebben plaatsgevonden na afronding van de Oosterscheldewerken.

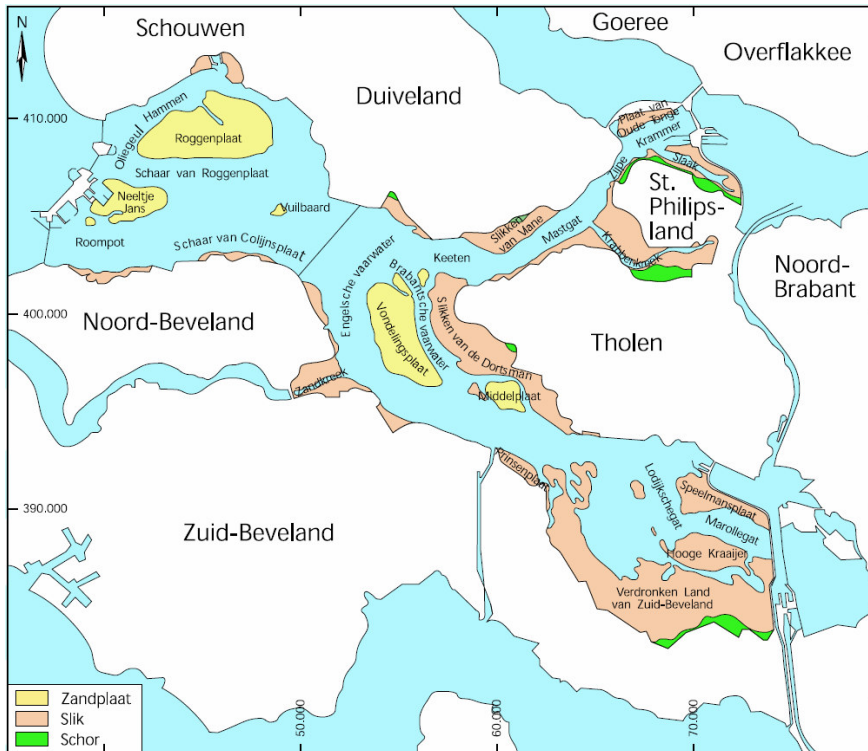
Verandering	Voor Oosterscheldewerken	Ná Oosterscheldewerken
Totaal oppervlak (km ²)	452	351
Totaal wateroppervlak (km ²)	362	304
Totaal volume (m ³ x 10 ⁶)	3050	2750
Intergetijdengebied (km ²)	183	118
Doorstroom bij open stormvloedkering (m ²)	80.000	17.900
Verblijftijd (dagen)	5-50	10-150
Gem. getijdenslag Yerseke (m)	3,70	3,25
Gemiddeld getijdenvolume (m ³ x 10 ⁶)	1.230	880
Max. stroomsnelheid m (s ⁻¹)	1,5	1,0



Figuur 2.1: Overzicht van de Oosterschelde. Binnen de Oosterschelde worden vier gebieden onderscheiden: Monding, Midden, Noordtak en Kom (Bron: RIKZ, 2004).

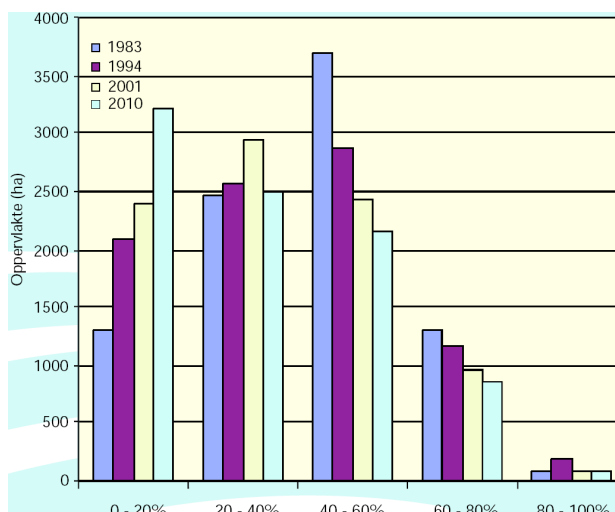
Sinds de Oosterscheldewerken is de Oosterschelde veranderd van een estuarien systeem in een zee-arm met weinig zoet-zout overgangen en een langere verblijftijd van het water in de Oosterschelde. Het gemiddelde getijverschil, het getijdenvolume en de stroomsnelheden zijn afgenomen. Het water in het oostelijk deel is helderder geworden doordat de afgenomen getijdenwerking minder slib opwerft. De soortensamenstelling van fytoplankton en zooplankton is veranderd door de stabiel zoute omstandigheden. De hoeveelheid zooplankton in het oostelijk deel is toegenomen door de afgenomen slibhoeveelheid. De biomassa-productie van de Oosterschelde bestond voor de Oosterscheldewerken voor 85% uit fytoplankton. De bijdrage van fyto-benthos is daarna belangrijker geworden (De Jong et al., 1994). Op enkele regionale toe- en afnames na, is geschat dat de primaire productie hetzelfde is gebleven (Wetsteyn & Kromkamp, 1994). De netto import van biomassa uit de Noordzee was en is onbelangrijk.

Door het betere doorzicht nam aantal zichtjagende vogels (viseters) toe. Het estuariene karakter van de levensgemeenschappen veranderde naar een meer mariene samenstelling. De brakwater-soorten verdwenen nagenoeg geheel en hoewel de totale soortenrijkdom wellicht eerder toe dan afnam, werden de ruimtelijke verschillen in soortensamenstelling minder uitgesproken. Zee-grasvelden konden zich door het uitblijven van een periodieke verlaging van het zoutgehalte – belangrijk voor de kieming van zaden – niet goed handhaven, de oppervlakten werden steeds kleiner.



Figuur 2.2: overzicht van de schorren, slikken en platen in de Oosterschelde (Bron: RIKZ, 2004).

Doordat de eb- en vloedstroom zwakker zijn geworden, wordt minder sediment naar de platen en slikken getransporteerd. Hierdoor is het evenwicht tussen aan- en afvoer verstoord: de sediment afvoer van het intergetijdengebied is groter geworden dan de aanvoer waardoor het intergetijdengebied (figuur 2.2), schorren, platen en slikken, kleiner worden. Daarnaast komen de platen en slikken steeds dieper te liggen. Figuur 2.3 laat schematisch zien hoe het zandhonger proces de verdeling aan intergetijdengebied en ondiep sublitoraal beïnvloedt. Het areaal aan ondiep sublitoraal en laagliggend intergetijdengebied wordt door deze processen groter. Dit fenomeen wordt zandhonger genoemd. Erosie van de schorren wordt niet gecompenseerd door aanwas van nieuw schor. Hoewel door de verlaagde stroomsnelheden een groter gebied luw genoeg is voor het ontstaan van schor, is het aanbod van sediment (slib) in het water te gering om de hoogteligging van de luwe slikken zodanig te doen toenemen dat het voldoende hoog komt te liggen voor het kiemen van primaire schorvegetatie.



Figuur 2.3: Oppervlakte intergetijdengebied bij diverse droogvalduurklassen voor de totale Oosterschelde in 1983, 1994 en 2001 en een prognose voor 2010 (Bron: RIKZ, 2004).

3 De visfauna in de Oosterschelde

3.1 Visbestanden in de Oosterschelde

Er zijn in het verleden door verschillende instanties visstandbemonstering uitgevoerd in de Oosterschelde. Om een beeld te scheppen van de visbestanden in de Oosterschelde worden drie daarvan hier kort besproken.

Voor de monitoring van platvisbestanden wordt er door IMARES, het voormalige RIVO, jaarlijks een najaarsbemonstering uitgevoerd in de Oosterschelde. Deze Demersal Fish Survey (DFS) is bedoeld om bestanden aan juveniele platvis te kunnen schatten en wordt uitgevoerd langs een groot gedeelte van de Nederlandse kust. Er wordt getrawld met een garnalennet met een kleine maaswijdte waarbij op een gestandaardiseerde wijze de bodem wordt bevestigd.

Tabel 3.1: Vangstgegevens van de Demersal Fish Survey van IMARES tussen 1970 en 2001.

Soort	Wetenschappelijke naam	Aantal	Relatieve vangst (%)	Gem. Lengte (cm)
Grondels	Gobiidae	79153	28.8	3.5
Schol	<i>Pleuronectes platessa</i>	76672	27.9	12.6
Schar	<i>Limanda limanda</i>	50723	18.5	7.1
Tong	<i>Solea vulgaris</i>	19867	7.2	11.7
Steenbolck	<i>Trisopterus luscus</i>	17249	6.3	14.8
Haring	<i>Clupea harengus</i>	8806	3.2	7.9
Pitvis	<i>Callionymus lyra</i>	3227	1.2	9.8
Puitaal	<i>Zoarces viviparus</i>	3154	1.1	15.1
Sprot	<i>Sprattus sprattus</i>	2798	1.0	6.3
Zeedonderpad	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	2579	0.9	14.2
Harnasmannetje	<i>Agonus cataphractus</i>	2406	0.9	7.0
Wijting	<i>Merlangius merlangus</i>	2369	0.9	16.5
Zeenaalden	<i>Syngnathidae</i>	1348	0.5	12.7
Bot	<i>Platichthys flesus</i>	1337	0.5	20.7
Aal	<i>Anguilla anguilla</i>	932	0.3	33.2
Zandspieringen	<i>Ammodytidae</i>	809	0.3	14.3
Slakdolf	<i>Liparis liparis</i>	314	0.1	6.5
Botervis	<i>Pholis gunnellus</i>	280	0.1	12.3
Tongschar	<i>Microstomus kitt</i>	262	0.1	12.5
Horsmakreel	<i>Trachurus trachurus</i>	231	0.1	8.3
Kabeljauw	<i>Gadus morhua</i>	229	0.1	17.8
Zeebaars	<i>Dicentrarchus labrax</i>	45	0.0	19.3
Geep	<i>Belone belone</i>	0	0.0	--
Makreel	<i>Scomber scombrus</i>	0	0.0	--
overig		910		--

Hierbij wordt naast platvis een groot gedeelte van de soorten gevangen die in de Oosterschelde aanwezig zijn. Tussen 1970 en 2001 werden tijdens de surveys 54 soorten gevangen (Tabel 3.1). Voor de Oosterschelde lijkt het visbestand voornamelijk te bestaan uit grondels (voornamelijk zwarte grondel) en platvis (samen 82.4%). Schol, schar en tong maken 53,6% van de totale vangst uit (IMARES, 2003).

Met deze vangstmethode worden vooral bodemsoorten effectief bemonsterd. Verschillende groepen zijn in deze surveys ondervertegenwoordigd. De aantallen per soort in de DFS zijn dus niet representatief voor hun abundantie. Pelagisch levende soorten als haring, makreel, zijn nauwelijks vertegenwoordigd in de vangsten. Ook vissoorten die in ondieptes leven of op harde substraten (slakolf, snotolf) worden niet of bijna niet teruggevonden in de vangsten. Soorten als zeenaalden en zandspiering (*Ammodytes sp.*) ontsnappen goeddeels uit de netten vanwege hun slanke lichaamsbouw. Door de kleine maaswijdte van het gebruikte net kan niet snel gevaren worden waardoor de grotere exemplaren van de meeste soorten in staat om het net te ontwijken. Uit vangstgegevens van sportvissers, die vaak de grotere exemplaren vangen, blijkt dat achter-eenvolgens, wijting, steenbolk, schar, bot en schol het vaakst gevangen worden in de Oosterschelde (IMARES, 2003). Typisch is dat een soort als bot juist in de DFS nauwelijks voorkomt.

Door Bureau Waardenburg wordt periodiek de vangstgegevens door beroepsvissers geregistreerd (Waardenburg, 2002). Deze beroepsvissers vangen met hokfuisen en door middel van weervisserij. Tabel 3.2 laat zien dat soorten uit deze monitoring in andere dichtheden voorkomen; bot wordt hier bijvoorbeeld het meest gevangen. De verklaring is het verschil in vangstmethode en vangstplaats.

Tabel 3.2: Vangstoverzicht van bureau Waardenburg met de soorten die in meer dan 30% van de vangsten voorkomen tussen 1999 en 2001. Vangsten zijn gedaan door beroepsvissers middels hokfuisen en weervisserij. De gegevens zijn weergegeven als de relatieve aanwezigheid ten opzichte van het aantal vangsten dat is geregistreerd. Een waarde van 100% geeft aan dat de soort in alle vangsten aanwezig was (Bron: Waardenburg, 2002).

Soort	aantal	Presentie in % van 160 vangsten
Bot	148	93%
Zeebaars	125	78%
Paling	120	75%
Puitaal	114	71%
Steenbolk	110	69%
Vijfdradige meun	106	66%
Koornaarvis	102	64%
Zeedonderpad	92	58%
Kabeljauw	89	56%
Tong	88	55%
Pollak	88	55%
Schol	86	54%
Grote zeenaald	83	52%
Botervis	82	51%
Geep	75	47%
Horsmakreel	66	41%
Haring	64	40%
Wijting	56	35%
Makreel	52	33%
Schar	50	31%

Het NIOO-CEMO heeft in twee periodes enkele jaren een soortgelijke visbemonstering uitgevoerd als IMARES. Deze bevissing heeft in alle seizoenen plaatsgevonden. De rapportage gegevens die beschikbaar waren geven geen onderscheid tussen soorten maar op familieniveau of nog hoger. Hieruit bleek dat de verspreidingspatronen van veel soorten door tijd en ruimte ge-

scheiden zijn. Zo worden grondels juist ver landinwaarts het meest gevangen (Kom en Noordtak, zie figuur 2.1). Op deze plaats wordt juist weinig platvis gevangen. In hoofdstuk 8 wordt de abundantie door de jaren heen besproken.

3.2 Ecologische indeling

De aanwezige vissoorten in de Oosterschelde benutten verschillende componenten (bijv. voedselbronnen, ruimtelijke en temporele spreiding) in hun milieu op verschillende manieren. Door vissoorten hierop in te delen kunnen classificaties in gilden gemaakt worden. Op deze manier kunnen effecten van ingrepen op systemen gemakkelijker besproken worden. Er zijn verschillende bestaande gildensystemen. Hoewel de Oosterschelde geen estuarium meer is maar een zeearm, is de systematiek van Elliot en Hemingway (2001) voor estuaria het meest relevant. Van de zeven groepen in dit gildesysteem worden de drie meest relevante hier kort besproken: 1) estuarien residente soorten, 2) marien juveniele soorten en 3) marien volwassenen.

1) Estuarien residente soorten: Dit zijn permanente bewoners/standvissen en zijn in Oosterschelde gedurende alle levensstadia aanwezig. Soorten die de Oosterschelde permanent bewonen zijn onder andere grondels, puitaal, bot, zandspiering en botervis. Zij kennen, in tegenstelling tot veel andere soorten, doorgaans geen grote migratie bewegingen naar paaigebieden, kinderkamers of foerageergebieden. De meeste residente soorten maken gebruik van de ondiepe kustzones.

2) Marien juveniele soorten: dit zijn soorten die estuaria als juveniele vis bezoeken. Er is hierbij wel een belangrijk verschil in habitatgebruik. Veel soorten gebruiken de diepere, stromende en open delen als kabeljauw, haring, steenbolk en wijting. Deze soorten zouden als facultatieve gebruikers kunnen worden aangemerkt omdat zij ook in andere gebieden zoals ondiepe kustzones goed kunnen opgroeien. Een ander deel van de marien juvenielen is juist sterk afhankelijk van het litoraal (intergetijdengebied) en ondiep sublitoraal. Soorten uit deze groep zijn onder andere schol, griet, zeebaars en tarbot. De juvenielen van soorten uit deze groep stellen specifieke eisen aan het milieu waarin zij opgroeien. De habitatbeschikbaarheid en de geschiktheid ervan (en dus de overlevingskansen) elders zijn veel lager.

3) Marien volwassenen; deze groep wordt ook wel aangeduid als zomergasten. Een aantal soorten migreert 's zomers naar noordelijk gelegen gebieden om daar te paaien en/of de zomer door te brengen. Voorbeelden uit deze categorie zijn diklipharder, geep, ansjovis en sprot.

De indeling in gildes is enigszins arbitrair. Verschillende levensstadia van dezelfde vissoort zouden heel goed in andere gildes terecht kunnen komen. Volwassen zeebaars bijvoorbeeld is een zomergast die overwintert warmere zuidelijkere wateren terwijl de juvenielen de eerste twee jaar van hun leven in de kinderkamers, het litoraal, doorbrengen. De soort is ondergebracht bij de marien juvenielen.

De Oosterschelde valt op te delen in vier verschillende belangrijke habitats voor de visfauna: geulen, platen en slikken, schorren en hard substraat. Dit rapport focust op de effecten van het fenomeen zandhonger. Zandhonger heeft vooral effect op ondiep sublitoraal en het litoraal. Effecten van zandhonger zijn dus vooral te verwachten op de estuarien residente soorten en marien juvenielen die afhankelijk zijn van ondiep water. In de volgende hoofdstukken worden mogelijke negatieve en positieve effecten verder uitgediept.

4 Negatieve effecten van zandhonger

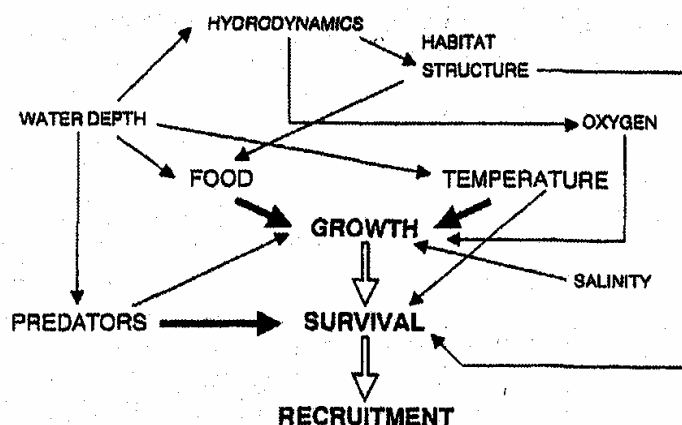
4.1 Welke negatieve effecten van zandhonger

4.1.1 Geulen

In de geulen valt nauwelijks een effect van zandhonger te verwachten. IMARES heeft abiotische factoren in samenhang met het voorkomen van vissen in de Oosterschelde geanalyseerd (IMARES, 2003). Hieruit bleek dat binnen de vangstlocaties die tussen de 8 en 25 meter diep waren, diepte verschillen nauwelijks gepaard gaan met een verschuiving in abundantie en soortensamenstelling. Alleen het voorkomen van haring en kabeljauw was significant maar slechts in beperkte mate afhankelijk van diepte. Deze soorten waren het talrijkst op de diepste plaatsen.

4.1.2 Schorren, platen en slikken

De belangrijkste mogelijke negatieve effecten van zandhonger zijn een afname in areaal aan intergetijdengebied (schor, slik en plaat) en het verlagen van de platen en slikken. De belangrijkste kinderkamers voor obligate kinderkamergebruikers als platvissen nemen hierdoor af in grootte en kwaliteit. Als kinderkamer voor vissen bevorderen de schorren, platen en slikken de groei en overleving van juveniele vis. Samen met habitatbeschikbaarheid zijn dit de belangrijkste parameters die uiteindelijk de rekrutering beïnvloeden (Figuur 4.1). De groei wordt bevorderd door de overvloed aan voedsel en een hogere temperatuur, terwijl de overleving wordt bevorderd door een snellere groei en de verminderde predatiedruk. Hieronder wordt geschetst wat de effecten zijn van het verkleinen van het areaal en verlagen van de platen en slikken, voedsel, predatie en temperatuur.



Figuur 4.1: Schematische weergave van de parameters die bijdragen aan de habitat kwaliteit en groei, overleving en uiteindelijk de rekrutering van kinderkamergebruikers (specifiek jonge platvis) beïnvloeden. De dikgedrukte pijlen zijn de parameters die het meeste effect hebben op groei en overleving (Bron: Gibson, 1994).

4.1.2.1 Areaal

Vast staat in ieder geval dat voor een aantal soorten er een duidelijke relatie bestaat tussen de populatiegrootte en het areaal aan kinderkamer dat beschikbaar is (Rijnsdorp et al., 1992; van der Veer et al., 2000). Het is daarom aannemelijk dat de voortschrijdende afname in het areaal aan intergetijdengebied leidt tot een afname in maximale draagkracht voor jonge vis en dus beperkend is voor de populatiegrootte. Onder draagkracht wordt verstaan: het maximale aantal individuen van een soort dat in een habitat kan voorkomen. Overleving wordt hiermee beïnvloed.

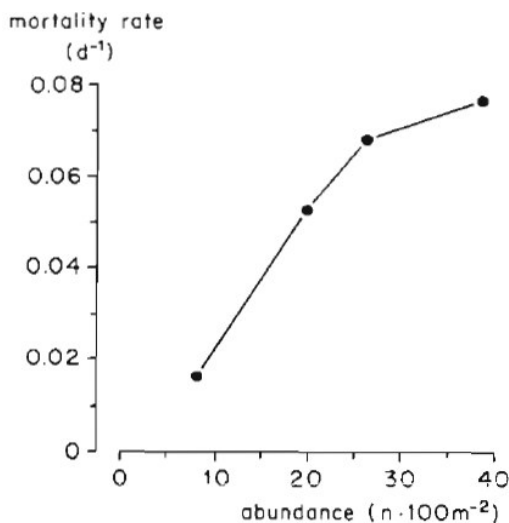
vloed als de maximale draagkracht wordt overschreden. De draagkracht op zijn beurt kan worden verminderd door een achteruitgang in kwaliteit van de kinderkamers (verlaging).

Van de belangrijkste gebruikers van de kinderkamers, juveniele platvis, is bekend dat zij selectief neerstrijken in de meest geschikte habitats om op te groeien. Bij een afgenomen areaal aan geschikte kinderkamers zullen de larven, die vanuit de paaiplassen in de Noordzee naar de kinderkamers drijven, zich in hogere dichtheden op de overgebleven kinderkamers vestigen. Dichtheidsafhankelijke processen zijn vervolgens beperkend op de overleving van juveniele vis en daarom mede bepalend voor de rekrutering van nieuwe jaarklassen en de populatie omvang. Hierin spelen voedsel en predatie weer de belangrijkste rol (Van der Veer et al., 2000; Gibson, 1994).

Omdat de jaarklassterkte van veel vissoorten voor een groot deel wordt bepaald in de (pelagische) stadia tot vlak na de metamorfose, zullen de zandhongereffecten vooral een dempende rol hebben op de grootteverschillen tussen jaarklassen. Pieken in jaarklassen van larven die zich vestigen in de kinderkamers worden afgevlakt. Dit dempende effect zal door het eerder optreden van dichtheidsafhankelijke predatie en voedselgebrek toenemen. Binnen de Oosterschelde zullen dus sterke jaarklassen van 0+ tot minder hoge pieken in de rekrutering leiden.

4.1.2.2 Voedsel

Het is algemeen geaccepteerd dat de groei van juveniele vis sterk afhangt van de beschikbaarheid van voedsel. Schorren, platen en slikken hebben een zo hoge productie aan voedsel dat de beschikbaarheid er bijna nooit limiterend is voor de groei van jonge vis (Gibson, 1994; Van der veer et al., 2000; Cattrijsse & Hampel, 2006). Stevens (2006) heeft aanwijzingen gevonden dat voedselbeperking in de Westerschelde toch optreedt bij sterke jaarklassen waarbij er dus een hoge dichtheid jonge platvis in de kinderkamers is. Bij afname aan intergetijdengebied zou, door de hogere dichtheden aan 0+ vis in de kinderkamers, de draagkracht sneller bereikt worden waarboven voedselbeperking een dempend effect heeft op de rekrutering. Dit treedt dus vooral op als er sterke jaarklassen aan jonge vis zijn.



Figuur 4.2: Bij pas gevestigde scholletjes op een proeflocatie in de Waddenzee is de mortaliteit door predatie afhankelijk van de dichtheid (Bron: Van der Veer en Bergman, 1987).

4.1.2.3 Predatie

Behalve een rijk gedekte tafel vinden jonge vissen ook beschutting tegen predatie. Predatie is een van de belangrijkste parameters die de overleving van juveniele vissen beïnvloedt. Jonge vissen vormen een prooi voor een diversiteit aan viseters waaronder grotere exemplaren van de eigen soort maar ook garnalen en in mindere mate krabben. Bij schol bijvoorbeeld is in de eerste maand na vestiging op de intergetijdengebieden, predatie door garnaal de belangrijkste mortali-

teitsoorzaak (van der Veer et al., 2000; Oh et al., 2001; Amara & Paul, 2003). In het algemeen wordt aangenomen dat er in open water en in dieper water een groter aanbod van aantallen en soorten predatoren is dan in de ondiepe intergetijdengebieden (Gibson, 1994; Mathieson et al., 2000). De relatie tussen de grootte van juveniele vissen en de diepte waarop zij voorkomen wordt gezien als een manier om kannibalisme en predatie te vermijden (Gibson, 1973, 1994; Amara & Paul, 2003; Cattrijsse & Hampel, 2006; van der Veer, et al., 2000). Als kinderkamers steeds dieper komen te liggen, kunnen jonge vissen sneller binnen het bereik komen van predatoren wat tot lagere overlevingskansen leidt. Predatiedruk is dichtheidsafhankelijk (Figuur 4.2) en heeft daarmee een dempend effect op de jaarklassterkte. In geval van een sterke jaarklasse, lees: hoge dichtheden, zullen relatief grotere hoeveelheden jonge vissen ten prooi vallen aan predatoren (Van der Veer en Bergman, 1987; Van der Veer et al., 2000). Bij afname aan het intergetijdengebied en toenemende visdichtheden op de overgebleven gebieden, zal dus een lager percentage van de 0+ vissen overleven.

4.1.2.4 Temperatuur

Groei van vissen is sterk afhankelijk van de temperatuur. De groei is positief gecorreleerd met de watertemperatuur tot een (soortspecifiek) optimum, waarna de groeisnelheid weer afneemt. Een afwijking van het optimum met enkele graden kan een verschil in groei van enkele tientallen procenten betekenen. Ook de vissoorten die het intergetijdengebied als kinderkamer gebruiken hebben hun verschillende optimum groeitemperaturen. Omstreeks april, als juveniele schol in het intergetijdengebied verschijnt, is de temperatuur van het Noordzeewater nog ver beneden de optimale groeitemperatuur voor deze soort. In het ondiepe water van het intergetijdengebied worden hogere temperaturen aangetroffen wat de groeisnelheid positief beïnvloedt. Verdieping van de platen en slikken heeft als gevolg dat er gemiddeld meer water op staat. Hoe dieper het water hoe minder de opwarming ervan door de zon. Met een grotere gemiddelde diepte van de platen en slikken zal dus de kwaliteit als kinderkamer afnemen. Ook als de hoeveelheid kinderkamer kleiner wordt en jonge vis is gedwongen op diepere, minder geschikte gebieden te leven, zal dit fenomeen optreden. Hier staat echter tegenover dat de watertemperatuur in de Oosterschelde hoger is geworden door klimaatveranderingen en de veel langere verblijftijd in de zee-arm (RIKZ, 2004). Het is dus de vraag of het negatieve effect van de hogere waterstand op de platen de gemiddelde temperatuurstijging op de platen overtreft.

4.2 Welke soorten worden negatief beïnvloed

Onderstaande tabel geeft weer welke soorten negatief kunnen worden beïnvloedt door zandhonger en de reden daartoe. De effecten van zandhonger op de specifieke soorten zijn toegelicht in de ecologische profielen.

Tabel 4.1: Soorten die mogelijk negatief beïnvloedt worden door de effecten van zandhonger.

Soort	Reden van bedreiging:
Schol	Afname litoraal
Zeebaars	Afname litoraal inclusief kreken in schorren
Bot	Afname litoraal inclusief kreken in schorren
Tarbot	Afname litoraal
Griet	Afname litoraal

5 Ecologisch profiel van negatief beïnvloede soorten

In dit hoofdstuk worden de ecologische profielen van schol, zeebaars en bot gegeven. Zij gebruiken allen het sublitoraal als kinderkamer. Schol is een soort die van groot commercieel belang is voor de Nederlandse beroepsvisserij terwijl zeebaars ook voor sportvissers een heel belangrijke soort is. De visserij op deze soort door beroeps- en sportvissers is groeiende. Bot is bot voornamelijk voor sportvissers een belangrijke soort. Tarbot en griet zijn voor de beroeps- en sportvisserij het minst interessant. Hiervan is geen ecologisch profiel gegeven.

5.1 Schol (*Pleuronectes platessa*)

5.1.1 Verspreiding

Europese populatie: De schol komt voor van de Westelijke Middellandse Zee tot IJsland en in de Witte zee vanaf de ondiepe kustzones en estuaria tot een diepte van ongeveer 100 m.

5.1.2 Voortplanting

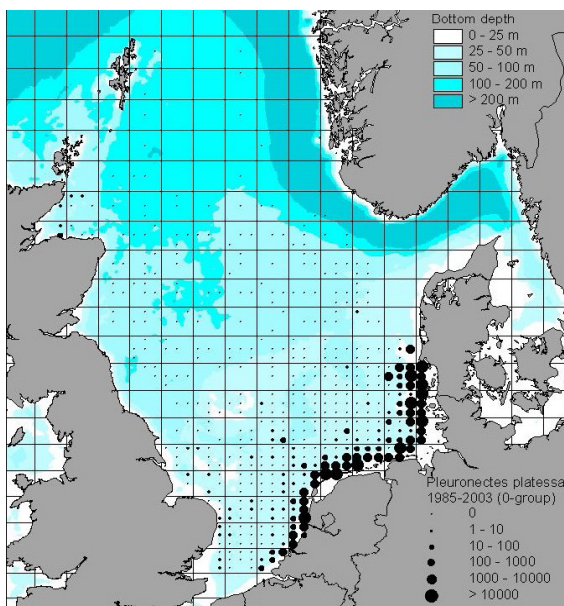
Voortplanting van schol vindt plaats op een aantal paaiplaatsen in de Noordzee (Harding et al., 1978). De voornaamste paaigebieden zijn gelegen in het oostelijk deel van het Engels Kanaal, in de Zuidelijke Bocht, langs de oostkust van Engeland en Schotland en nabij de grote banken ten noordwesten van Helgoland. De ligging van de paaiplaatsen blijkt te corresponderen met de ligging van de opgroeigebieden. Mogelijk zijn alleen die gebieden ontwikkeld, waar eieren en larven met de reststromen de opgroeigebieden kunnen bereiken (Bergman, 1989).

De pelagische eieren en larven verplaatsen zich in 3 à 4 maanden passief op de noordoostwaarts gerichte reststromen, van de paaiplaatsen naar de opgroeigebieden in de kustzones (Harding et al., 1978). De schollarven in de waterkolom (pelagisch) bereiken bij een lengte van 10-15 mm de kust en ondergaan dan een gedaantewisseling. De jonge scholletjes gaan over van pelagisch leven naar leven op en in de bodem (Creutzberg et al., 1978). In het laatste deel van het larvenstadium kunnen schollen zich actief verplaatsen door zich bij vloed naar de waterkolom te verplaatsen en bij eb op de bodem te blijven liggen (Rijnsdorp et al. 1985, Creutzberg et al. 1977). De Waddenzee als geheel is het belangrijkste opgroeigebied (Zijlstra, 1982).

5.1.3 Habitat

Er bestaan flinke schommelingen in de vestiging van jonge schol in de opgroeigebieden. Koude winters zorgen hierbij voor grote hoeveelheden postlarvale schol die zich vestigt. Verwacht wordt dat de korrelgrootte belangrijk is voor de gebiedskeuze van larvale schollen (Zijlstra et al., 1982, Berghahn, 1989, Pihl and Van der Veer, 1992). Schollen hebben een voorkeur voor zand, en hoe ouder ze worden hoe grover het zand waarop ze gevonden kunnen worden (ICES FishMap). Tijdens de eerste maand na vestiging (april) bevinden de jonge schollen (0+, in het levensjaar waarin zij geboren zijn) zich uitsluitend op de getijdenplaten. Hier vinden zij beschutting tegen predatie. Vanaf de vestiging in het intergetijdengebied in april tot eind juni worden de meeste vissen tussen 0 en 1 m waterdiepte gevangen waarbij de meeste zich rond 0.5 meter waterdiepte ophouden (Gibson et al., 2002). Jonge schol staat op het menu

van veel soorten vissen, inclusief grotere exemplaren van de eigen soort, en macrofaunasoorten waaronder bijvoorbeeld garnaal. In deze eerste maand is de aanwezigheid van vispredatoren in de ondiepste delen laag en mortaliteit wordt voor een belangrijk deel toegeschreven aan predatie door garnaal (Oh et al., 2001; Amara & Paul, 2003). Naarmate de 0+ schollen groter worden, neemt de predatiegevoeligheid af en wagen de juvenielen zich in steeds dieper water. Een duidelijke groottescheiding op basis van waterdiepte is waar te nemen. Dit wordt ook gezien als een evolutionaire truc om kannibalisme te mijden. Gedurende het eerste levensjaar ontwikkelt schol een getijdenmigratie en trekken dan alleen bij met hoog water het intergetijdengebied in om op zoek te gaan naar voedsel (Kuipers, 1973; Van der Veer & Bergman, 1986). Na één jaar hebben de jonge schollen een lengte van ongeveer 7-12 cm. In het najaar trekken ze afhankelijk van de dalende watertemperatuur uit de ondiepe delen naar de diepere sublitorale gebieden en geulen. In de winterperiode staat de voedselopname grotendeels stil. De juveniele schol blijft tot aan het einde van het derde levensjaar in deze ondiepe opgroei gebieden om zich vervolgens, bij een lengte van 20-25 cm, te voegen bij de volwassen populatie in de Noordzee (Bergman, 1989).



Figuur 5.1: De verspreiding van 0+ schol(links)in de Noordzee.

(Bron: <http://www.ices.dk/marineworld/fishmap/ices/>).

5.1.4 Voedsel

De schol is een carnivoor en voedt zich, afhankelijk van het aanbod, met zeer uiteenlopende organismen. De larven in de waterkolom voeden zich met microscopisch kleine slakken- en borstelwormlarven. In de opgroei gebieden is de jonge schol een van de belangrijkste toppredatoren die zich vooral voedt met delen van bodemorganismen die weer kunnen aangroeien, als staartstukken van zeepieren en siphonen van schelpdieren. Ook in de open Noordzee vormt de schol een van de belangrijkste predatoren op bodemorganismen. Schelpdieren, crustaceën en wormen vormen hun gevarieerde dieet (Bergman, 1989). De schol foerageert overdag en eet niet tijdens de paaiperiode (De Clerck & Buseyne, 1989; Rijnsdorp, 1989). Bij de metingen in de Voordelta werd duidelijk, dat naar mate de schollen ouder worden, mesheften (*Ensis spec.*) een steeds belangrijker plaats inneemt in het dieet.

5.1.5 Mogelijke effecten van zandhonger

Zandhonger heeft voor schol als effect dat de kwaliteit van de kinderkamers en het areaal ervan kleiner wordt. Omdat de hoeveelheid aan 0+ schol voor de verschillende populaties in de Noordzee een sterke positieve relatie vertoont met de oppervlakte aan kinderkamers (Van der veer et al., 2000) is het aannemelijk dat de afname op de zeer lange termijn een beperkende in-

vloed heeft op de populatiegrootte. Omdat schol een sterk homing-gedrag van en naar de paaiplaatsen vertoont, zal in het geval van de Oosterschelde, vermindering van de opgroeimogelijkheden effect kunnen hebben op de Zuidelijker gelegen paai-populaties. Het is echter niet bekend of juveniele schol ook terugkeert naar de geboorteplaats om te paaien. Een inschatting van dit effect vereist dus verder onderzoek.

Naast de relatie tussen kinderkamer-grootte en populatiegrootte is het in ieder geval zo dat de dempende werking van voedselgebrek en predatie op de rekrutering sterker wordt naarmate er een kleinere oppervlakte aan kraamkamer beschikbaar is.

Naast afname in areaal is er ook een verandering in kwaliteit. Verzakking van de intergetijden gebieden veroorzaakt een grotere gemiddelde diepte en een verminderde droogvalduur. Door het dieper komen te liggen van de kinderkamers neemt de mortaliteit door predatie mogelijk toe. Vooral de kleinste juvenielen zijn gevoelig voor predatie. Naarmate het seizoen vordert en de juvenielen groter worden, begeven zij zich in dieper water. Gibson et al. (1998) vonden dat juvenielen in de kustzone 's nachts naar ondiepe gebieden migreerden en in de ochtend weer naar de diepere delen terugkeerden. Zij verklaarden dit dag/nachtritme door een toename van predatoren die 's nachts het gebied in trokken waardoor de schol gedwongen werd uit te wijken naar nog ondiepere gebieden. Bovendien zorgde schol er voor dat ze door migratie in een constante temperatuur verbleven. Door de grotere gemiddelde diepte zullen temperaturen in de lente en vroege zomer gemiddeld lager worden. De optimale groeitemperatuur voor schol is 18-20 graden (Fonds et al., 1992). Deze temperatuur zal in diepere delen pas later in het seizoen gehaald worden.

De verminderde droogvalduur is een factor waarvan het effect moeilijk ingeschat kan worden. Een gedeelte van de kinderkamers is langer bereikbaar wat een effect heeft op de foerageertijd die vissen hebben in deze gebieden. Of dit ook een positief effect heeft op de gemiddelde maagvolheid en dus voedseltoestand van de 0+ vissen is niet bekend.

Naast zandhonger is het waarschijnlijk dat andere effecten van de bouw van de Oosterscheldewerken een negatieve invloed hebben gehad op de populatie schol in de Noordzee. Uit onderzoek van IMARES (2000) bleek dat de habitatgeschiktheid van grote delen van de Oosterschelde na de voltooiing van de Oosterscheldewerken achteruit was gegaan door een verminderde stroming en verdwijnen van zoet-zout overgangen. Uit meerdere andere onderzoeken blijkt dat de habitatgeschiktheid voor juveniele schol in estuaria, waar wel zoet-zout overgangen aanwezig zijn, groter is.

Door de bouw van de Oosterscheldewerken is ongeveer 35% van het kinderkamerareaal verloren gegaan 35%. Een verandering in de aanwezigheid van juvenielen is echter niet aangetroffen (IMARES, 2003). Gegeven dat een dergelijk grote afname van het kinderkamerareaal wegvalt bij de bestaande populatiedynamiek, kan worden betwijfeld of mogelijke effecten van zandhonger terug te vinden zijn. Verschillende studies hebben uitgewezen dat het ei-stadium en de wattertemperatuur tijdens ei- en larve-stadium dominante factoren zijn die de rekrutering beïnvloeden.

5.2 Bot (*Platichthys flesus*)

5.2.1 Verspreiding

Bot is een diadrome soort die langs de kusten van de noordoostelijke Atlantische Oceaan voorkomt van de Zwarte Zee en Middellandse Zee in het zuiden tot aan de Oostzee en Witte Zee in het noorden (Wheeler, 1969).

5.2.2 Voortplanting

Mannetjes worden geslachtsrijp na 2-3 jaar (20-25 cm) en vrouwtjes na 3-4 jaar (25-30 cm). Bot paait de Zuidelijke Noordzee tussen februari en mei. De pelagische eieren komen ongeveer 10 dagen uit en de larven driften mee met de stroming richting kinderkamers.

5.2.3 Voedsel

Copepoden en polychaeten vormen de belangrijkste voedselbron voor jonge bot. Met toenemende lengte worden ook *Corophium*, garnalen en schelpdieren een prooi voor juveniele bot. Volwassen dieren eten voornamelijk mollusken en polychaeten.

5.2.4 Habitat

De juvenielen hebben de eerste jaren een duidelijke voorkeur voor het intergetijdengebied. Zij trekken daarbij naar erg ondiep water en blijven zelfs achter in intergetijdenpoelen. Tijdens vloed trekken zij ook de kreken in schorren in, waar juveniele zeebaars ook foerageert. In vergelijking met andere platvissen, vestigt bot zich bij een kleine lengte (8-10 mm; Osse & Van den Boogaart, 1997) op de bodem. Naast ondiep water zijn grotere concentraties bot te vinden in zoet-zout overgangen (Jager et al., 1993). Bot wordt gezien als een typische bewoner van brakke wateren. Estuaria vormen dus een belangrijke voorkeurs habitat. Een deel van de botten verspreidt zich zo via de rivieren het binnenland in. Bij de vestiging in de kinderkamers is al een voorkeur voor zandige habitats te zien. Deze voorkeur voor zandige bodems is ook aanwezig bij grotere en volwassen vissen. Grote exemplaren hebben een voorkeur voor grover zand dan de kleine. In de Eems-Dollard bleek sedimenttype de belangrijkste factor te zijn die de ruimtelijke verspreiding van 0-groep bot bepaalde (Jager et al., 1993). De optimale watertemperatuur voor groei is 18-20°C. Net als bij andere platvissoorten hebben grotere botten een voorkeur voor dieper water. De soort is echter een typische verschijning voor ondiep water: Op een diepte groter dan 25 meter wordt bot nauwelijks nog gevangen.

5.2.4.1 Mogelijke effecten van zandhonger

Zandhonger heeft voor bot als effect dat de het areaal aan kinderkamers (kreken in de schorren, platen en slikken) ervan kleiner wordt. Naast de grootte neemt ook de kwaliteit af. Verzakking van de intergetijden gebieden veroorzaakt een grotere gemiddelde diepte. Door het dieper komen te liggen van de kinderkamers neemt de mortaliteit door predatie mogelijk toe. Vlak na de vestiging op de kinderkamers zijn de juvenielen klein en gevoelig voor predatie. Omdat bot in de Oosterschelde in veel lagere aantallen aanwezig is dan schol (zie paragraaf 3.1), zullen dichtheidsafhankelijke processen die negatief werken op groei en overleving, niet afhankelijk zijn van hoge dichtheden aan bot. De vestiging van bot op de paaiplaatsen vindt plaats wanneer dichtheden van schol al zijn afgenomen (Van der veer & Bergman, 1987).

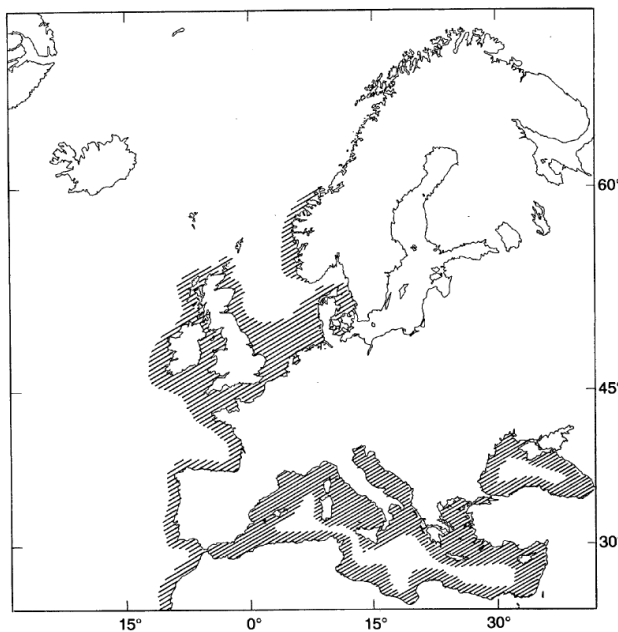
Voor bot heeft het afwezig zijn van zoet-zout overgangen een veel grotere impact dan het verdwijnen van het areaal aan intergetijdengebied. Uit onderzoek van IMARES (2003) bleek dat de habitatgeschiktheid van grote delen van de Oosterschelde na de voltooiing van de Oosterscheldewerken achteruit was gegaan met de verandering in zoutconcentratie als belangrijkste verklarende variabele. Uit meerdere andere onderzoeken blijkt dat de habitatgeschiktheid voor juveniele schol in estuaria, waar wel zoet-zout overgangen aanwezig zijn, groter is. Dat het belang van de Oosterschelde als opgroeigebied voor bot niet groot is, blijkt ook uit de lengteverdelin-

gen in de vangsten uit de Demersal Fish Surveys van IMARES (IMARES, 2003). De meest abundante lengteklassen zijn ouder dan 1 jaar.

5.3 Zeebaars (*Dicentrarchus labrax*)

5.3.1 Verspreiding

De zeebaars is een betrekkelijk nieuwe soort voor de Nederlandse kustwateren. Sinds 1978 worden 0-3 jarige zeebaarzen waargenomen in de Westerschelde. Uit visserijgegevens blijkt dat tussen begin en eind jaren 80 de vertegenwoordiging in de vangsten van 0-20% naar meer dan 50% van het aantal vangsten is gestegen. Eind jaren '90 was zeebaars al in meer dan 80% van de vangsten vertegenwoordigd. Inmiddels wordt de soort tot in zuid Scandinavië aangetroffen (Figuur 5.2).



Figuur 5.2: Het verspreidingsgebied van de zeebaars (*Dicentrarchus labrax*) (bron: ICES CM 2001/ACFM:25).

5.3.2 Voortplanting

Zeebaars wordt geslachtsrijp na 4-7 jaar of bij een lengte van ongeveer 35 cm bij mannetjes en 42 cm bij vrouwtjes. De volwassen dieren migreren naar paaigebieden in oktober-december. Van februari tot juni wordt er gepaaid. De paai wordt ingezet als het zeewater een temperatuur van gemiddeld 9 graden heeft bereikt (8.5-11 °C).

5.3.3 Habitat

Vanaf paaigebieden buiten de kust bewegen de larven zich in 30-50 dagen richting kust waarvan estuaria en intergetijdengebieden de belangrijkste kinderkamers vormen. Er zijn aanwijzingen dat ze onder invloed van omgevingscues actief estuaria opzoeken. Tegen de tijd dat de kust en kinderkamers bereikt worden, zijn de larven 10-15 mm groot. Vanaf ongeveer juni worden zeebaarslarven en juvenielen bijna alleen in estuaria, kreken en andere ondiepe getijdenwateren aangetroffen. Zeebaars verblijft de eerste twee jaar in de kinderkamers. Oudere dieren migreren tussen de kinderkamers en dieper gelegen overwinteringsplaatsen. Ze kennen hierbij geen sterke homing naar de kinderkamers. Als de dieren paairijp worden migreren de dieren jaarlijks tussen foerageergebieden en paaiplaatsen. Door de klimaatveranderingen schuift de noordgrens van

zeebaars steeds verder noordwaarts en de verblijftijd in de foerageergebieden in de zomer wordt steeds langer.

Oudere zeebaars heeft een veel groter verspreidingsgebied. Favoriete foerageerplaatsen zijn hard substraat, obstakels en plaatsen waar felle stroming staat. Deze dieren zijn niet honkvast en zijn te vinden bij obstakels op de Noordzee maar trekken ook diep de estuaria in op zoek naar voedsel.

5.3.4 Voedsel

Jonge zeebaarzen maken veel gebruik van intergetijdengebieden om te foerageren. Zij worden behalve op de slikken en platen ook veel aangetroffen in schorregebieden. Tijdens vloed trekken ze de krekken in schorregebieden in om daar te foerageren op voornamelijk macroëvertebraten. In de Westerschelde zijn slijkgarnaal (*Corophium volutator*), garnaal (*Crangon crangon*), strandspringer (*Orchestia gammarellus*), zager (*Nereis diversicolor*) en aasgarnaal (*Neomysis integer*) de belangrijkste prooi-soorten voor 0+ zeebaars (review door Amara & Hampel, 2006). Er is veel onderzoek gedaan naar de zeebaarspopulatie bij de regio van Mont Saint Michel. Uit studie naar het foerageergedrag van 0+ zeebaars daar, blijkt dat bij het opkomend tij zeebaars de schorren intrekt met lege magen en kunnen daar 1 a 2 uur foerageren. In die tijd zijn ze in staat om hun maag voor 98-100% te vullen met *Orchestia gammarellus*. Op sommige plaatsen worden de schorren begraasd door schapen waardoor de habitatgeschiktheid van *O. gammarellus* drastisch achteruit gaat. De lagere aanwezigheid resulteert in een directe afname van het foerageersucces en de maagvolheid van zeebaars in deze gebieden (Laffaille et al., 2001).

De prooigrootte is afhankelijk van de grootte van de vissen. Het dieet van subadulte en adulte zeebaars bestaat uit macroëvertebraten als krabben en veel vis. De soort is vrij opportunistisch en foerageert op prooi-soorten waarvan de abundantie het hoogst is.

5.3.5 Mogelijke effecten van zandhonger

Bij een afname van het intergetijdengebied inclusief geulen in schorren zal dit het aantal juvenielen dat kan opgroeien in de Oosterschelde beperken. Het relatieve belang als kinderkamer voor zeebaars is niet bekend omdat de zeebaarspopulatie de afgelopen decennia sterk is gegroeid. Er is nog geen goed beeld van het bestand aan zeebaars in Nederland. Het is niet onwaarschijnlijk dat de zeebaarspopulatie in Nederland nog steeds groeiende is. Jonge zeebaars komt waarschijnlijk de Oosterschelde binnen van paaiplaatsen elders, hoewel paai van zeebaars in de Oosterschelde zelf niet ondenkbeeldig is.

6 Positieve effecten van zandhonger

6.1 Welke positieve effecten van zandhonger

6.1.1 Geulen

Positieve effecten van zandhonger zijn er nauwelijks omdat het geulareaal constant blijft. Analyse van abiotische factoren in samenhang met het voorkomen van vissen in de Oosterschelde door IMARES (IMARES, 2003), wees uit dat diepte verschillen tussen de 10 en 20 meter nauwelijks gepaard gaan met een andere visstand en alleen gecorreleerd met het voorkomen van haring en kabeljauw.

6.1.2 Ondiep sublitoraal

Door afkalving en verlaging van het intergetijdengebied neemt het areaal ervan af en het areaal aan ondiep sublitoraal toe. Soorten die zich in ondiep sublitoraal thuis voelen zien de hoeveelheid geschikt habitat groter worden.

6.2 Welke soorten worden positief beïnvloed

Het ondiep sublitoraal vormt een kinderkamer voor tong. Daarnaast kunnen permanente bewoners van ondiep kustwater mogelijkwijs in aantal toenemen. Voorbeelden zijn diverse soorten grondel. De effecten van zandhonger op de specifieke soorten zijn toegelicht in de ecologische profielen.

7 Ecologisch profiel van positief beïnvloede soorten

In dit hoofdstuk is van tong en van grondels als groep een ecologisch profiel gegeven. De tong is voor de Nederlandse beroepsvisserij een zeer belangrijke soort terwijl grondels belangrijk zijn omdat zij in grote aantallen voorkomen en als voedsel dienen voor veel predatoren.

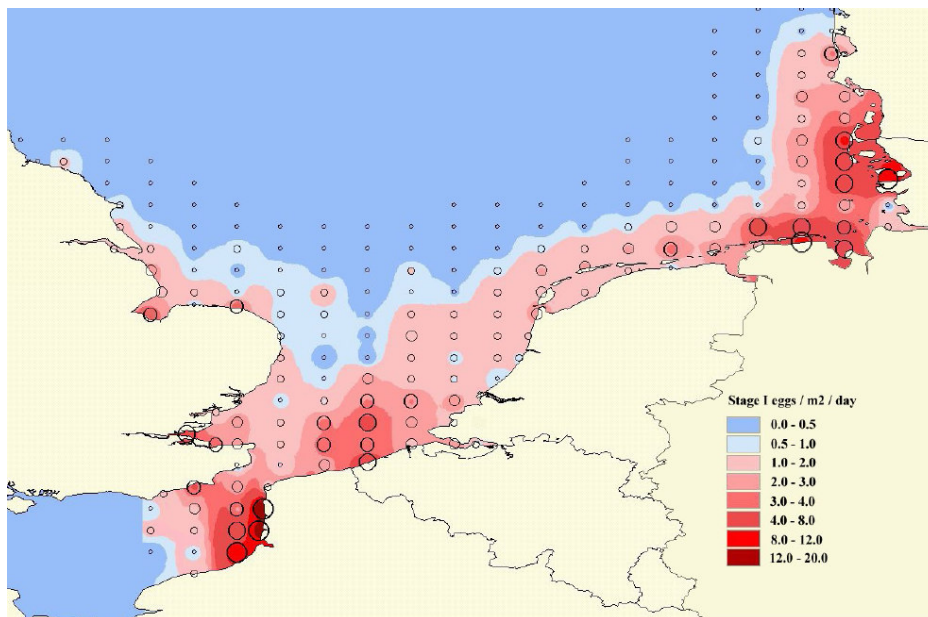
7.1 Tong (*Solea vulgaris*)

7.1.1 Verspreiding

Tong kan worden gevangen vanaf noordwest Afrika tot aan Schotland. De aantallen ter hoogte van Schotland en zuid Noorwegen zijn laag. Het is een vis die hogere watertemperaturen preferert. Nederland ligt aan de noordkant van het verspreidingsgebied van de tong. Hoge dichtheden vindt men in het oostelijke deel van de Noordzee (Waddenzee) en verder ten zuiden van de lijn Flamborough en Noord Jutland. Hier bevindt zich een scherpe temperatuurgrens die de Noordzee verdeelt in een koud gestratificeerd noordelijk deel met bodemtemperaturen van ongeveer 7 °C en een warmer niet-gestratificeerd zuidelijk deel met bodemtemperaturen tot 17 °C (ICES).

7.1.2 Voortplanting

Tongen zijn geslachtsrijp na ongeveer 3-5 jaar. De paai vindt plaats op een diepte van 20-50 meter. Vijf regio's staan bekend als de belangrijkste paaiplaatsen voor tong (Figuur 7.1). De paai periode is april-juni in de Noordzee maar rond de Middellandse zee al rond februari. Een watertemperatuur tussen de 6 en 12 graden is een belangrijke voorwaarde. De pelagische eieren komen uit na ongeveer 10 dagen bij 10 °C. de larven drijven mee met de stroming en metamorfoserend na 4-6 weken tot demersale platvis. Omstreeks deze periode komen zij aan bij de kust waar zij een geschikte habitat zoeken om op te groeien. Koude winters lijken, net als bij schol, verantwoordelijk voor grotere hoeveelheden larven in het voorjaar. Dit heeft deels te maken met de afgenomen predatiedruk die hiermee gepaard gaat. Groei en rekrutering kunnen grote jaarlijkse fluctuaties vertonen.



Figuur 7.1 de belangrijkste paaiplaatsen voor tong (Bron: <http://www.ices.dk/marineworld/fishmap/ices/>).

7.1.3 Habitat

Voor 0+ vissen bevinden zich veel geschikte opgroeigebieden langs het Europese vasteland en de engelse kust. De relatieve bijdrage die elk gebied jaarlijks heeft aan de rekrutering wisselt aanzienlijk tussen jaren. De belangrijkste kinderkamers voor 0+ vis zijn de Nederlandse en Duitse Waddenzee. De relatieve contributie van deze kinderkamers aan de totale populatie is relatief stabiel. De rekrutering uit andere kinderkamers als de Belgische kust en het oostelijk deel van het Kanaal, zijn instabiel. De larven en juvenielen drijven mee met de zeestroming naar gebieden waar zij zich vestigen. Omdat de paaiplaatsen relatief dichtbij de kinderkamers liggen is deze migratie veel beperkter dan bij schol. Een deel van de larven migreert bijna niet en groeit dicht bij de paaiplaatsen op. Na de transformatie naar het demersale stadium, brengen de juvenielen de eerste maanden door in ondiep water, de groeisnelheid is daarbij zeer hoog. Over de precieze diepteverdeling van tong in de eerste weken na de metamorfose is weinig bekend. Doorgaans worden juvenielen op enkele meters diep gevonden en alleen de jongste demersale stadia foerageren op de ondiepste gebieden (Lagarde' re et al., 1992). In de Eems-Dollard hebben Jager et al. (1993) tong vanaf half juni waargenomen. In de eerste twee weken was aanwezigheid sterk gecorreleerd met saliniteit. In de Eems-Dollard zijn dit de ondiepe locaties in het litoraal. Wanneer saliniteit niet meer belangrijk was (40 mm), werd jonge tong vooral in het sublitoraal waargenomen. Amara et al (1999) melden een voorkeur voor overgangsgebieden bij de jongste juveniele stadia. Marchand en Masson (1988) melden ook dat foerageren in het litoraal vlak na de metamorfose wordt waargenomen die snel overgaat in een nachtelijk foerageerpatroon die dus onafhankelijk is van het getij. Ook Wolff et al. (1981) stelt dat tong geen getijdenafhankelijke migratie naar het litoraal vertoont. De foerageerperiode van tong is juist afhankelijk van de dag-nacht cyclus. Niet het litoraal maar delen onder de laagwaterlijn, het sublitoraal, zijn daarom de belangrijkste opgroeigebieden. Van der Veer (IMARES, pers. comm.) heeft bevestigd dat het litoraal van weinig belang is als opgroeigebied voor tong. De groter wordende tong heeft steeds minder specifieke voorkeur voor ondiep water en daarom een groter verspreidingsgebied. De grootste concentraties juvenielen worden tot een diepte van ongeveer 4 meter aangetroffen (review door Gibson, 1994). Tong heeft een voorkeur voor zandige of modderige bodems. De korrelgrootte is een belangrijke verklarende factor in de verspreiding van tong in kinderkamers. De hoogste dichtheden worden gevonden bij een korrelgrootte die kleiner is dan

0.2 mm. In de herfst, als de temperatuur naar beneden gaat, trekt tong naar warmere diepere gebieden om te overwinteren. Vanaf maart keren ze terug naar de ondiepere kustgebieden waar de paai plaatsvindt. Volwassen tong leeft op zandige tot modderige habitats tot 150 meter diep.

7.1.4 Voedsel

Omdat tong s' nachts aas, wordt de prooi op geur en de tast gelokaliseerd. Juveniele en volwassen tong eet vooral wormen als de zeepier (*Arenicola marina*), zager (*Nereis spp.*) maar ook kleine stekelhuidigen als slangsterren en het zeeboontje (*Echinocyamus pusillus*). Ook de siphons van verschillende bivalven worden gegeten.

7.1.5 Mogelijke effecten van zandhonger

Door zandhonger neemt het areaal aan ondiep sublitoraal toe. Dit vormt een kinderkamer voor 0+ tong. Voor tong geldt het omgekeerde als voor schol en bot: door het grotere areaal aan ondiep sublitoraal kunnen sterkere jaarklassen van larven gemakkelijker leiden tot een grotere rekrutering.

Er zijn studies die aantonen dat de grootte van de lokale populatie afhangt van het areaal aan kinderkamer, dat beschikbaar is. Rijnsdorp et al. (1992) vonden dat de relatieve rekrutering een positieve relatie vertoonde met de gemiddelde en het maximum aan beschikbare oppervlakte aan kinderkamers dat door de populatie gebruikt werd. De relatieve oppervlakte van de kinderkamers in de Oosterschelde voor de paai populatie die ervan gebruik maakt is niet bekend. Er kan dus geen kwantitatieve uitspraak gedaan worden over het effect verandering in kinderkamer grootte op de paai populatie.

Door de bouw van de Oosterscheldewerken is ongeveer 35% van het kinderkamerareaal verloren gegaan 35%. Een verandering in de aanwezigheid van juvenielen is echter niet aangetroffen: aanwezigheid van juveniele tong in de Oosterschelde volgt dezelfde negatieve trend als die in de Westerschelde en Voordelta (IMARES, 2003). Gegeven dat een dergelijk grote afname van het kinderkamerareaal wegvalt bij de bestaande populatiedynamiek, kan worden betwijfeld of mogelijke effecten van zandhonger terug te vinden zijn. Verschillende studies hebben uitgewezen dat het ei-stadium en de watertemperatuur tijdens ei- en larve-stadium dominante factoren zijn die de rekrutering beïnvloeden.

7.2 Grondels (*Gobiidae*)

7.2.1 Soorten

In Nederland komen zes soorten grondels regelmatig voor: glasgrondel *Aphia minuta*, zwarte grondel *Gobius niger*, brakwatergrondel *Pomatoschistus microps*, dikkopje *Pomatoschistus minutus*, Lozano's grondel *Pomatoschistus lozanoi* en kleurige grondel *Pomatoschistus pictus* (Nijssen & de Groot 1987). Veel soorten zijn moeilijk van elkaar te onderscheiden; in veel onderzoek worden de grondels dan ook als één groep behandeld. Doordat ze over het algemeen erg klein zijn en voornamelijk voorkomen in gebieden waar met boomkorren moeilijk gevestigd kan worden, zijn getallen uit bestandopnames niet altijd betrouwbaar. Vaak moeten deze data vooral gezien worden als een ruwe indicatie waar de soort wel of niet voorkomt. De zwarte grondel verschilt in een aantal opzichten van de *Pomatoschistus* soorten. Hij is groter (tot 18 cm) en heeft een veel langere levenscyclus. De *Pomatoschistus* soorten hebben een vergelijkbare ecologie en lijken veel op elkaar. Deze soorten worden vaak algemeen met "grondels" aangeduid, in deze paragraaf worden ze gezamenlijk onder deze naam behandeld.

7.2.2 Verspreiding

Overall in de Noordzee komen grondels voor. Grondels zijn samen met schol de meest talrijke soorten in de Waddenzee (meer dan 10 exemplaren per 1000 m²). In het water van de Hollandse

kust maken ze 17% van de biomassa uit. In aantallen bestaat zelfs bijna driekwart van de populatie in het kustwater uit grondels (Grift et al., 2001).

Buiten de Oosterschelde, in de Voorschelde zijn het dikkopje en Lozano's grondel de meest voorkomende soorten (Hostens & Hamerlynck, 1994). Door hun grote aantallen nemen grondels een belangrijke plaats in het ecosysteem in. De grondels hebben een levenscyclus van 1-2 jaar, en worden niet veel groter dan 8-11 cm. De soorten zijn niet bedreigd en komen niet voor op de rode lijst.

De zwarte grondel werd voor het eerst gemeld in 1964 in het Veerse Meer en in 1970 in de Grevelingen. Hij komt langs de Nederlandse kust alleen in Zuidwest-Nederland voor. De soort heeft zich daar blijvend gevestigd en komt nu algemeen voor in vele Zeeuwse wateren. In de Oosterschelde is de zwarte grondel de meest voorkomende grondelsoort (Waardenburg, 2002, IMA-RES, 2003).

7.2.3 Voortplanting

De zwarte grondel leeft ongeveer 4 à 5 jaar en wordt pas in het tweede jaar reproductief. Tijdens de paaitijd in de zomer krijgen de mannetjes een donkerblauw tot zwart paaikleed. Aanwezigheid van substraat is van belang voor het afzetten van eieren. De mannetjes zoeken zeevieren of stenen en lege schelpen als nestgelegenheid uit. Het broedsel wordt door het mannetje bewaakt en met vinbewegingen van vers zuurstofrijk water voorzien. De strategie van kleine nesten met veel broedzorg levert een overlevingspercentage tot 35% in het eerste jaar (Vesey & Langford 1985). Van veel pelagische soorten overleeft slechts een promille of minder.

Het paaiseizoen van *P. minutus* is van april tot augustus. De eieren worden vaak afgezet in schelpen van twee-kleppigen in ondiep water en worden bewaakt door het mannetje dat net als bij de zwarte grondel de eieren van zuurstof door ze te bewaaieren. Na ongeveer tien dagen komen de eieren uit. De larven zijn dan ongeveer 3 mm lang en zijn in eerste instantie pelagisch. Als ze 17-18 mm lang zijn, vestigen ze zich op de bodem. Ook andere grondels zetten hun eieren af op substraat op de zeebodem. Dit betekent dat de aanwezigheid van een geschikt substraat (zoals bijvoorbeeld de tweekleppigen voor dikkopje) om eieren op af te zetten belangrijk is voor Gobiidae. Afname of beschadiging van dit substraat zal dus effect hebben op de populatiegrootte (Wintermans et al., 1995).

7.2.4 Habitat

Grondels zijn standvissen. Dat wil zeggen dat zij hun hele levenscyclus in een bepaald gebied doorbrengen en slechts beperkte migratie kennen. Doordat de larven ze een pelagisch stadium hebben, kunnen ze door de stroming vele kilometers van hun geboortegrond worden getransporteerd. In de Oosterschelde worden grondels vooral in ondiep water gevonden op verschillende substraten. Ongeveer 70 % van de aantallen komen voor in water minder dan 5m diep (Grift et al. 2001). De substraatvoorkeur is afhankelijk van de soort en een belangrijke factor die de spatiele scheiding tussen soorten verklaart. In een onderzoek naar het gezamenlijk voorkomen van drie soorten grondel in een ondiepe baai aan de Zweedse westkust, bleek er spatiele scheiding tussen soorten op te treden (Wiederholm, 1987). De zwarte grondel kwam vooral voor in associatie met vegetatie. Het dikkopje tussen vegetatie en op zand en de brakwatergrondel vooral op zand. Er werd gesteld dat voor alle soorten de vegetatie voor beschutting en voedsel zorgt en daarom het beste habitat vormt. Dat spatiele scheiding optreedt heeft te maken met de concurrentie om ruimte tussen de drie soorten. De substraatvoorkeur van de zwarte grondel is minder specifiek dan die van het dikkopje, Lozano's grondel of brakwatergrondel (Moen & Svensen). In de herfst, als de watertemperatuur daalt, migreren grondels naar dieper gelegen gebieden om in de lente terug te keren naar ondiep water.

7.2.5 Voedsel

Het voedsel van grondels bestaat voor een groot deel uit kleine crustacea zoals copepoden, amphipoden en mysis; maar polychaeten en vislarven worden ook gegeten (Knijn et al., 1993). *P. minutus* eet voornamelijk kleinere prooidieren. Er zit een duidelijk verschil tussen het voor-

jaar- en het najaardieet van *P. minutus* (Binnendijk, 2006). In het najaar worden minder soorten prooien gegeten en is het aandeel van polycheten in het dieet veel groter.

Grondels vormen op hun beurt een belangrijke prooi voor een aantal vissoorten, met name voor de griet, kleine pieterman (*Echiitis vipera*) en de fint (*Alphosa fallax*), bestaat een groot deel van het dieet uit grondels (Grift et al., 2001). Ook voor een aantal commercieel belangrijke vissoorten zijn ze cruciaal. *P. minutus* is de belangrijkste prooi voor juveniele kabeljauw en wijting (Hamerlynck & Hostens, 1994).

7.2.6 Grondels als bijvangst

Van alle bodemdieren die met een boomkor met een fijnmazig net, zoals een garnalennet, worden gevangen maken grondels een groot deel uit. Alleen de garnaal wordt qua aantal vaker gevangen. Op grondels wordt niet actief gevist. In sommige gebieden maken ze wel een substantieel deel van de bijvangst uit. In de Waddenzee bestaat 40% van de vangst uit niet commercieel geëxploiteerde soorten, voornamelijk grondels en zeedonderpaden (Grift et al., 2001).

Het dikkopje (*P. minutus*) wordt veel door garnalenvissers gevangen. Bij een recente survey door IMARES van het visbestand in de Voordelta is ook met een garnalenkor gevist. In het najaar bestond een zeer substantieel deel van de vangst uit dikkopjes en Lozano's grondel (Tulp et al., 2006). De boomkorsurvey uit hetzelfde gebied liet vrijwel geen grondels zien.

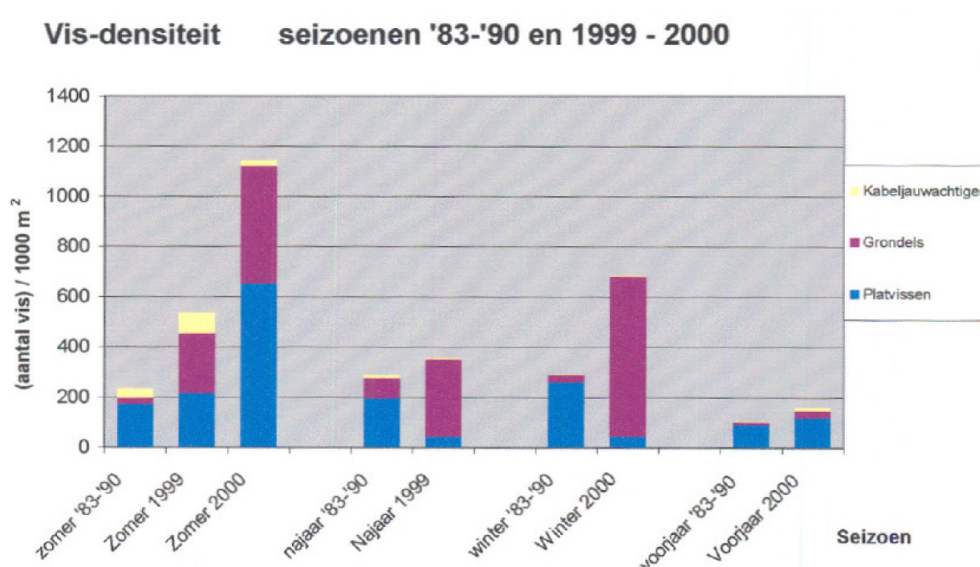
7.2.7 Mogelijke effecten van zandhonger

Zandhonger heeft als effect dat het areaal aan ondiep sublitoraal toeneemt en de intergetijdengebieden (litoraal) verzakken. Hierdoor neemt de droogvalduur af. Omdat het voorkeurs habitat voor grondels uit ondiep sublitoraal bestaat, zal het areaal aan geschikt habitat toenemen. Mogelijke effecten van zandhonger op grondel zullen buiten de Oosterschelde niet te meten zijn omdat individuele vissen zich niet veel in en uit de Oosterschelde verplaatsen.

8 Zandhonger in relatie tot populatiedynamiek

8.1 Veranderingen in de visstand in de Oosterschelde

Eind jaren '90 doken verschillende berichten op over verminderde visvangst in de Oosterschelde. Er werd gespeculeerd dat de voltooiing van de Oosterscheldewerken hiervoor verantwoordelijk waren. Er zijn verschillende series van visstandbemonstering uit de jaren voor en na de voltooiing van de Oosterscheldewerken bekend: De Demersal Fish Survey van IMARES en de bemonsteringsdata van het NIOO-CEMO. Daarnaast zijn er nog verschillende organisaties die regelmatig visstandbemonsteringen uitvoeren in de Oosterschelde en Noordzee. Bij het internationale orgaan ICES (International Council for Exploration of the Sea) zijn veel van deze vangstgegevens bekend.



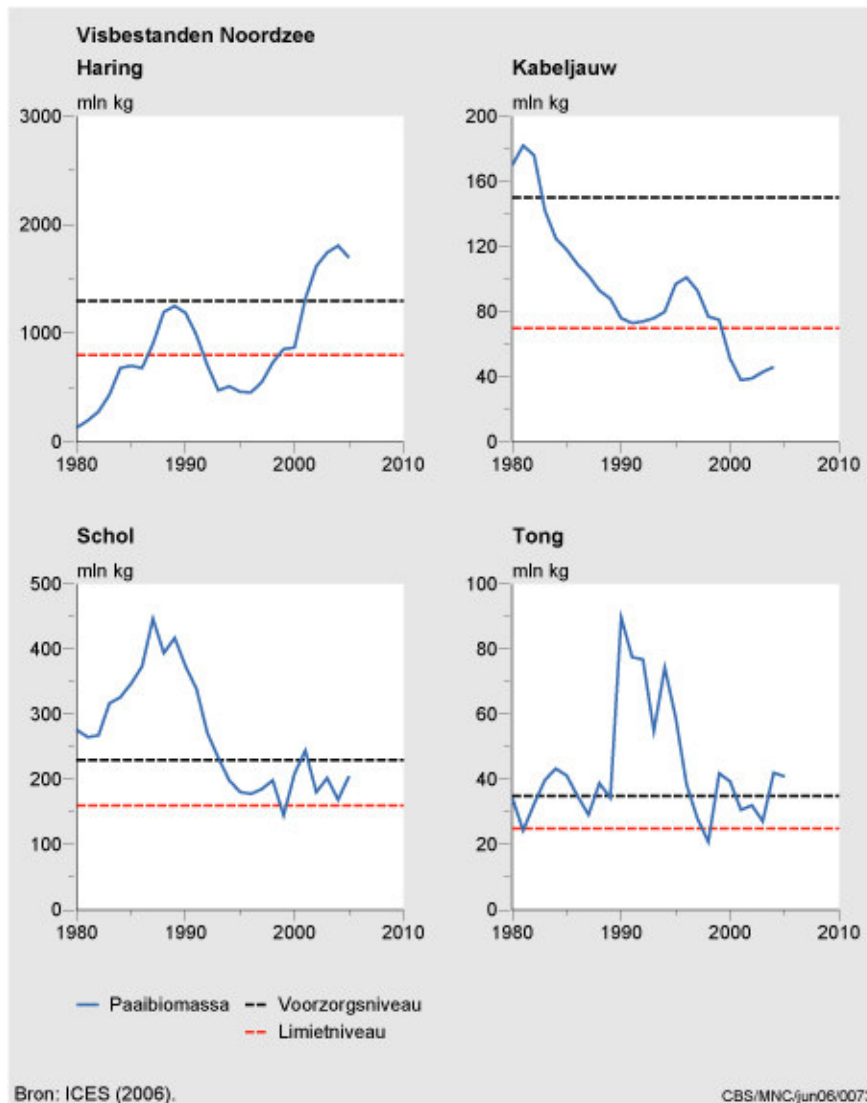
Figuur 8.1: Variatie in vangsten van het NIOO-CEMO. In 1999-2000 is een duidelijke seizoensvariatie aanwezig (Bron: NIOO-CEMO, 2001).

De Demersal Fish Surveys van IMARES geeft een redelijk goed beeld van de bestanden aan demersale vissoorten in de Oosterschelde. Bemonstering vindt plaats in het najaar. Men neemt aan dat de 0- en 1-jarige platvis en garnalen al naar dieper gelegen water zijn gemigreerd en dat de vangst daarmee indicatief is voor de abundantie van platvis. Na voltooiing van de Oosterschelde waren de bestanden van de meeste vissoorten significant lager dan daarvoor. Van grondel, schar, tong en wijting is daarnaast ook een negatieve trend door de tijd vastgesteld en bleven aantallen afnemen over alle bemonsterde jaren. In de bestanden van schol, steenbolk, haring, bot en kabeljauw kon geen trend worden gezien. Modelberekeningen lieten veranderingen met een factor twee zien. Uit een vergelijkend onderzoek blijkt dat in de Voordelta en Westerschelde dezelfde trends waarneembaar zijn. Daarom moet dus een ander effect dan de voltooiing

van de Oosterscheldewerken verantwoordelijk zijn voor de afname in aantallen van de genoemde soorten (IMARES, 2003). Het is mogelijk dat de verminderde wateruitwisseling met de Noordzee ook een lagere instroom van larven en juvenielen heeft veroorzaakt (Rutjes, pers. comm.). Op basis van modelberekeningen zou men kunnen zeggen dat vermindering van de stroomsnelheid en toename van het zoutgehalte (lees: verdwijnen van zoet-zout overgangen) een negatieve invloed heeft gehad op het voorkomen van veel soorten binnen de Oosterschelde (IMARES, 2003). Een direct verband kon echter niet worden aangetoond.

Het NIOO-CEMO heeft van 1983-1990 en in 1999 en 2000 bemonstering uitgevoerd in de Oosterschelde. De vangstlocaties waren voornamelijk diepere plaatsen (8-20 m). De bevissing werd in alle vier seizoenen uitgevoerd. In totaal werden 35 soorten gevangen. In het algemeen bleek dat in 1999-2000 de vangst van grondels in alle seizoenen was toegenomen. Met name in de Noordtak en in de Kom was meer grondel aanwezig. In 1999 en in 2000 werd er veel meer platvis waargenomen dan in de zomers van 1983-1990. De aantallen gevangen platvis in het najaar en winter waren juist afgenomen (Figuur 8.2). Dit is in overeenkomst met de najaarsbemonstering van IMARES.

Figuur 8.2: De bestanden van enkele marktwaardige vissoorten grote fluctuaties laten zien. Onder het voorzorgsniveau wordt de populatie beschouwd als overbevist en moeten maatregelen worden genomen om de visserijdruk te verminderen. Onder het limietniveau komt de productie van voldoende nakomelingen in gevaar. Van de meeste niet-marktwaardige vissoorten zijn geen goede bestandsopnamen bekend.



De zomervangst van platvis echter, vertoonden een flinke stijging waaruit blijkt dat er een flinke migratie in en uit de Oosterschelde plaatsvindt. Vangsten van kabeljauwachtigen waren niet sterk aan veranderingen onderhevig. Variaties in visvangsten van het NIOO-CEMO varieerden tot een factor 4. De conclusie van het NIOO-CEMO luidt dat de visstand in de Oosterschelde in de onderzoeksperiode niet is achteruitgegaan.

Uit gegevens van ICES blijkt dat de bestanden van veel vissoorten in de Noordzee lager zijn dan voorheen (Figuur 8.2). Een groot deel van de bestanden bevindt zich onder het voorzorgsniveau of limiet niveau. Ook zijn er grote fluctuaties in de bestanden. Enkele van deze pieken en dalen kunnen worden verklaard door een heel goede of slechte jaarklasse door een gunstig of ongunstig weerpatroon. Veel van de variatie blijft echter onverklaarbaar. Wel staat vast dat de visserij een hele belangrijke bijdrage levert aan de neergaande trend die er voor veel vissoorten is. Uit data-analyse van IMARES blijkt dat ongeveer 40% van de variatie in jaarklassterkte van de meeste belangrijke vissoorten in de Noordzee verklaard kan worden. De jaarklassterkte varieerde tot 400% (IMARES, 2001).

8.2 Factoren die visstand beïnvloeden

De jaarklassterkte en populatiedynamiek van veel vissoorten kent grote fluctuaties. Voor commerciële vissoorten is het best onderzocht welke factoren de populatiedynamiek beïnvloeden. Van veel andere soorten is weinig tot geen literatuur beschikbaar. Verschillende wetenschappers zijn van mening dat de jaarklassterkte voor een groot deel wordt bepaald in het ei en larve stadium. Dit is deels afhankelijk van het broedsucces en deels van het percentage eieren en larven, dat uitgroeit tot juveniele vis. In paragraaf 4.2.1 is reeds besproken dat er voor zowel tong als schol een duidelijke relatie is tussen de populatiegrootte en het areaal aan kinderkamers dat per populatie beschikbaar is (van der Veer et al., 2000). Er wordt vanuit gegaan dat dit ook voor zeebaars geldt (Amara & Hampel, 2006).

Een groot deel van de fluctuaties in populatiegrootte wordt veelal toegedicht aan weersinvloeden en visserijdruk. De wintertemperatuur is negatief gecorreleerd met het broedsucces van verschillende vissoorten waaronder schol en tong. Dit heeft twee verklaringen: Ten eerste resulteert een koude winter in grotere hoeveelheden larven (Gibson, 1994; Van der Veer et al., 2000). Warmere zeewatertemperaturen zorgen voor hogere sterfte van de eieren. Significante effecten van wintertemperatuur vindt men vooral in de meer noordelijk gelegen paaigronden. Ten tweede zorgen koude winters voor een afname van de predatiedruk. Koude winters kunnen ervoor zorgen dat de aanwezigheid van predatoren lager is of dat predatoren pas later in de kinderkamers aankomen. Predatie is een van de belangrijkste oorzaken van mortaliteit onder eieren, larven en juvenielen.

Een van de belangrijkste factoren die de visstand in Noordzee beïnvloedt is de visserij. Intensieve visserij is in staat om vispopulaties te decimeren. Veel soorten worden zeer intensief bevestigd en hun populaties bevinden zich op gevaarlijk lage niveaus (Figuur 8.2). Bij veel soorten bodemvisserij worden vaak kleine exemplaren van doelsoorten gevangen die weer overboord gaan. Dit draagt in belangrijke mate bij aan de sterfte van juveniele vissen. Daarnaast is er veel schade en sterfte door bevissing. Geschat wordt dat tot 40% van de demersale macro-organismen sterft als zij zich in een bevestigde bodemstrook bevinden (ICES, 2006). De bodemproductie gaat hierbij met ongeveer 15% achteruit. Deze sterfte draagt in belangrijke mate bij aan de sterfte aan juvenielen van veel marktwaardige vissoorten.

8.3 Beïnvloedt zandhonger de populatiedynamica?

Het samenspel van factoren dat uiteindelijk de fluctuaties in populatiegrootte van een soort veroorzaakt is nog maar deels doorgrond. Gezien de complexiteit en de gebrekkige kennis op dit gebied is het niet mogelijk om een kwantitatief oordeel te geven over de effecten van zandhonger daarin. In deze paragraaf is wel een poging gedaan om te laten zien op welke schaal fluctuaties in populatiegrootte plaatsvinden en of het waarschijnlijk is dat zandhonger hier een significante bijdrage in heeft.

8.3.1 Effecten op het totale bestand

Voor de genoemde soorten platvis en zeebaars die gebruik maken van de kinderkamers in de Oosterschelde is dit gebied van relatief klein belang voor het totale bestand. Voor schol bijvoorbeeld, is de larvenaivoer in het hele Deltagebied gemiddeld 10% van de aanvoer in de westelijke Waddenzee (Rijnsdorp et al., 1985). Binnen het Deltagebied ligt maar een deel van de kinderkamers in de Oosterschelde. Het verschil in belang als kinderkamer wordt ondersteund door de resultaten van bestandsopnames door IMARES over de periode 1969-1978 (de Veen et al., 1979). Ook voor bot, griet, tarbot, tong en zeebaars geldt dat, van het totale bestand, het overgrote deel van de juvenielen buiten de Oosterschelde opgroeit. Op basis hiervan mag aangenomen worden dat het belang van de Oosterschelde als opgroeigebied voor deze soorten relatief gering is. Mogelijke zandhonger effecten binnen de Oosterschelde op het totale bestand aan deze soorten zullen daarom ook gering zijn.

8.3.2 Effecten binnen de Oosterschelde

Omdat de kinderkamergebruikers uit deze studie buiten de Oosterschelde paaien en de larven zich in het laatste in de Oosterschelde vestigen, heeft zandhonger geen direct effect op het ei en larvenstadium en de jaarlijkse aanvoer van 0+ vis. Oudere en volwassen dieren zijn mobiel en kennen seizoensgebonden migratiegedrag in en uit de Oosterschelde (zie Figuur 8.1). Hierdoor zal de aanwezigheid ervan voornamelijk afhankelijk van de abundantie in de hele regio. Zandhonger heeft op volwassen dieren, eieren en larven geen direct effect.

Er bestaat een duidelijke relatie tussen de populatiegrootte en het areaal aan kinderkamer dat beschikbaar is (Rijnsdorp et al., 1992; van der Veer et al., 2000). Van veel vissoorten bestaat het totale bestand uit verschillende paaipopulaties met hun eigen paai en opgroeigebieden. Het is daarom aannemelijk dat de voortschrijdende afname in het areaal aan intergetijdengebied in de Oosterschelde op de zeer lange termijn beperkend is voor de grootte van de paaipopulatie die er van gebruik maakt. Omdat schol een sterk homing-gedrag vertoont tussen paai en opgroeigebied, lijken paaipopulaties van deze soort gevoeliger voor veranderingen in kinderkamers dan bijvoorbeeld zeebaars die een veel minder sterk homing-gedrag laat zien. Omdat het belang van de kinderkamers van de Oosterschelde voor specifieke paaipopulaties onbekend is, kan geen kwantitatieve inschatting gedaan worden van het belang ervan.

Door de sterke invloed van de visserij en het gegeven dat de jaarlijkse recrutering al in vroege levensstadia wordt bepaald, zullen de relatief geringe effecten van zandhonger in de Oosterschelde pas bij extreme verschuiving in het areaal aan litoraal en sublitoraal worden teruggevonden in langjarige trends.

8.4 Aanbevelingen

In het verleden zijn door verregaande waterwerken van de Zeeuwse Delta al grote hoeveelheden intergetijdengebied verloren gegaan en is de kinderkamerfunctie van de Zeeuwse Delta als geheel al flink aangetast. In de delen van het Deltagebied die na de afsluiting zoet zijn geworden komt geen (juvenile) schol meer voor. Andere delen, zoals de Grevelingen hebben een deel van hun functie als kinderkamer verloren. De belangrijkste gebieden in de Delta zijn nu de Oosterschelde en Westerschelde. In het licht hiervan moeten ernstige bedenkingen geplaatst worden bij voortschrijdend verlies aan intergetijdengebied in de Zeeuwse Delta. Ook als de aantasting van de kinderkamers van de Oosterschelde door zandhonger de komende decennia als ondergeschikt kunnen worden beschouwd voor de populatiegrootte van veel soorten vissen.

Het behoud van geulen in schorren en een groot areaal aan platen en slikken als kinderkamer is aan te bevelen. Beschermende maatregelen om verlaging van de platen tegen te gaan (opsprengen in de winter) en behoud van geulen in schorren als habitat (voor grondel, bot, zeebaars) zijn eveneens aan te bevelen.

9 Literatuur

Amara R., Lagardere F., Desaunay Y., Marchand J., 1999. Metamorphosis and estuarine colonisation in the common sole, *Solea solea* (L.): implications for recruitment regulation. *Acta Oceanologica* 23 (4): 469-484.

Amara R., Paul C., 2003. Seasonal patterns of the fish and epibenthic crustaceans community of an intertidal zone with particular reference to the population dynamics of plaice and brown shrimp. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 56: 807-818.

Bergman M.J.N., 1989. Ecologisch profiel vissen: referentie toestand, huidige toestand, ecologie, ingreep-effectkennis. Beschrijving van de populaties van haring, schol, kabeljauw, grondel, steur, rog en zeekeeft in de Noordzee en Nederlandse estuaria in de periode 1900 – 1985. Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Den Burg, Texel.

Cattrijsse A., Hampel H., 2006. European intertidal marshes: a review of their habitat functioning and value for aquatic organisms. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 324: 293-307.

Creutzberg F, Eltink A.T.G.W., Van Noort G.J., 1977. The migration of plaice larvae *Pleuronectes platessa* into the western Wadden Sea. In *Physiology and behaviour of marine organisms*, pp. 243-251. Ed. by McLusky DS & Berry AJ. Proceedings of the 12th European Symposium on Marine Biology. Stirling, Scotland, September 1977. Pergamon Press, Oxford.

De Jong D.J., Nienhuis P.H., Kater B.J., 1994. Microphytobenthos in the Oosterschelde estuary (The Netherlands) 1981-1990: consequences of a changed tidal regime. *Hydrobiologia* 282-283: 183-195.

De Clerck R., Buseyne D., 1989. On the feeding of plaice (*Pleuronectes platessa* L.) in the southern North Sea. *ICES CM* 1989/G:23.

De Jager Z., Kleef H.L., Tydeman P., 1993. The distribution of o-group flatfish in relation to abiotic factors on the tidal flats in the brackish Dollard (Ems Estuary, Wadden Sea). *J. Fish. Biol.* 43: 31-43.

De Veen J.F., 1978. On selective tidal transport in the migration of North Sea plaice (*Pleuronectes platessa* L.) and other flatfish species. *Neth. J. Sea Res.* 12, 115-147.

Fonds M., Cronie R., Vetaak A.D., Van der Puyl P., 1992. Metabolism, food consumption and growth of plaice (*P. platessa*) and flounder (*P. flesus*) in relation to fish size and temperature. *Neth. J. Sea Res.* 29: 127-143.

Fonds M., Sakasena V.P., 1977. The daily food intake of young soles (*Solea solea*, L.) in relation to their size and the watertemperature. *Actes de Colloques du C.N.E.X.O.* 4: 51-58.

Gibson R.N., 1994. Impact of habitat quality and quantity on the recruitment of juvenile flatfishes. *Neth. J. Sea Res.* 32(2):191-206.

Gibson R.N., Burrows M.T., Modin J., Wennhage H., Nickell, L.A., 1998. Diel movements of juvenile plaice *Pleuronectes platessa* in relation to predators, competitors, food availability and abiotic factors on a microtidal nursery ground., Marine Ecology Progress Series 165: 145-159.

Gibson R.N., Robb L., Wennhage H., Burrows M.T., 2002. Ontogenetic changes in depth distribution of juvenile flatfishes in relation to predation risk and temperature on a shallow-water nursery ground. Mar. Ecol. Prog. Ser. 229: 233-244.

Grift R.E., Welleman H.C., Rijnsdorp A.D., van der Veer H.W., 2001. De visgemeenschap en de visserij in het Nederlandse kustgebied en de Westelijke Waddenzee. Rapport C047/01. RIVO, IJmuiden.

Harding D., Nichols J.H., Tungate D.S., 1978. The spawning of the plaice (*Pleuronectes platessa* L.) in the southern North Sea and English Channel. Rapp. P.-v. Re'un. Cons. Perm. Int. Explor. Mer 172, 102–113.

Hunter E., Metcalfe J.D., Reynolds J.D., 2003. Migration route and spawning area fidelity by North Sea plaice. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 270: 1471-2954

ICES, 2006. Report of the ICES Advisory Committee on Fishery Management, Advisory Committee on the Marine Environment and Advisory Committee on Ecosystems, 2006 Book 6 North Sea.

IMARES, 2003. Ontwikkelingen in het Visbestand van de Oosterschelde. RIVO-rapport nr: C071/03.

Jennings S. 1990. Population dynamics of larval and juvenile bass, *Dicentrarchus labrax* (L.). PhD Thesis, University of Wales, 266 pp.

Lafaille P., Lefeuvre J.C., Feunteun E., 2001. Impact of sheep grazing on juvenile sea bass, *Dicentrarchus labrax* L., in tidal salt marshes. Biol. Conserv. 96 (3): 271-277.

Lagarde`re J.P. Feeding ecology and daily food consumption of common sole, *Solea vulgaris* Quensel, juveniles on the French Atlantic coast, J. Fish Biol. 30 (1987) 91–104.

Mathieson S., Cattrijsse A., Costa M.J., Drake M.J., Drake P., Elliot M., Gardner J., Marchand J., 2000. Fish assemblages of European tidal marshes: a comparison based on species, families and functional guilds. Mar. Ecol. Prog. Ser. 204: 225-242.

NIOO, 2001. Densiteit en diversiteit van demersale vissoorten in de Oosterschelde anno 1999 en 2000. Een onderzoek naar het voorkomen van demersale vissoorten in de oosterschelde en vergelijking met eenzelfde onderzoek in 1980 tot 1990. Afstudeerverslag Rijkswaterstaatbibliotheeknummer: C-14126 850.

Nijssen H., De Groot S.J., 1987. De vissen van Nederland. Natuurhistorische bibliotheek van de KNNV nr. 43. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht.

Rijnsdorp A.D., Van beek F.A., Flatman S., Millner R.M., Riley, J.D., Giret M., De Clerck R., 1992. Recruitment in sole stocks, *Solea solea* (L.) in the Northeast Atlantic. Neth. J. Sea Res. 29: 173-192.

Rijnsdorp A.D., Van Stralen M., Van der Veer H.W., 1985. Selective tidal transport of North Sea plaice larvae, *Pleuronectes platessa* in coastal nursery areas. Transactions of the American Fisheries Society 114:461-470.

- Oh C.W., Hartnoll R.G., Nash R.D.M., 2001. Feeding ecology of the common shrimp *Crangon crangon* in Port Erin Bay, Isle of Man, Irish Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser. 214:211-223.
- Osse J.W.M., Van den Boogaart J.G.M., 1997. Size of flatfish larvae at transformation, functional demands and historical constraints., Journal of Sea Research 37: 229-239.
- Pihl L., Van der Veer H.W., 1992. Importance of exposure and habitat structure for the population density of 0-group plaice, *Pleuronectes platessa* L. in coastal nursery areas. Neth. J. Sea Res. 29: 145-152.
- RIKZ, 2004. Verlopen tij. Oosterschelde, een veranderend natuurmonument. Rapport RIKZ/2004.028.
- Rice JC & Cooper A, 2003. Management of flatfish fisheries: What factors matter? J. Sea Res. 50: 227-243.
- Stevens M., 2006. Intertidal and basin-wide habitat use of fishes in the Scheldt estuary. Phd-Thesis University of Leuven.
- Van der Veer H.W. Bergman M.J.N., 1986. Development of tidally related behaviour of a newly-settled 0-group plaice (*Pleuronectes platessa* L.) population in the western Wadden Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser. 31, 121-129.
- Van der Veer H.W., Berghahn R., Miller J.M., Rijnsdorp A.D., 2000. Recruitment in flatfish, with special emphasis on North Atlantic species: progress made by the Flatfish Symposia. ICES J. Mar. Sci. 5: 202-215.
- Vesey G., Langford T.E., 1985. The biology of the black goby, *Bobius niger* L. in an English south-coast bay. J. Fish. Biol. 27: 417-429.
- Waardenburg, 2002. Monitoringonderzoek aan de visfauna van de Oosterschelde. Rapportnr 02-028.
- Wolff W.J., Mandos M.A., Sandee A.J.J., 1981. Tidal migration of plaice and flounders as a feeding strategy. In: Feeding and survival strategies of estuarine organisms. (Jones N.V., Wolff, W.J., Eds.) pp 159-171. New York: Plenum Press.
- Wetsteyn L.P.M.J., Kromkamp J.C. 1994. Turbidity, nutrients and phytoplankton primary production in the Oosterschelde (The Netherlands) before, during and after a large-scale coastal engineering project (1980-1990) Hydrobiologia 282-283 (1) 61-78.
- Wheeler, A., 1969. The fishes of the British Isles and North West Europe. MacMillan, London, 613 pp.
- Wiederholm A.M., 1987. Habitat selection and interactions between three marine fish species (Gobiidae). Oikos. 48(1): 28-32.
- Wintermans G, Dankers N, van der Veer H, Rijnsdorp AD, van Leeuwen PI & Vingerhoed B, 1995. Habitatkarakteristieken van de Nederlandse kustzone. BEON Rapport 95(12). 72 pp, RIKZ, Den Haag, The Netherlands.
- Zijlstra J.J., Dapper R., Witte J.I., 1982. Settlement, growth and mortality of post larval plaice, *Pleuronectes platessa*, in the western Wadden Sea. Neth. J. Sea Res. 15: 250-272.

Zuidema D., 1988. De grootte van het transport van schollarven (*Pleuronectes platessa L.*) de Waddenzee in, in relatie tot de hydrografie van de zeegaten. Interne Verslagen, NIOZ, Texel.