



Natuurcompensatie Maasvlakte Twee in de Voordelta

De inzet van kennis over de ecologie en morfologie van
de Voordelta om het maatregelenpakket ter compensatie
van de natuureffecten van de Tweede Maasvlakte te
verantwoorden

Rapport RIKZ/2007.006

In opdracht van
Project Mainportontwikkeling Rotterdam(PMR)

Maart 2007





Strand bij Renesse © Joost Bergsma

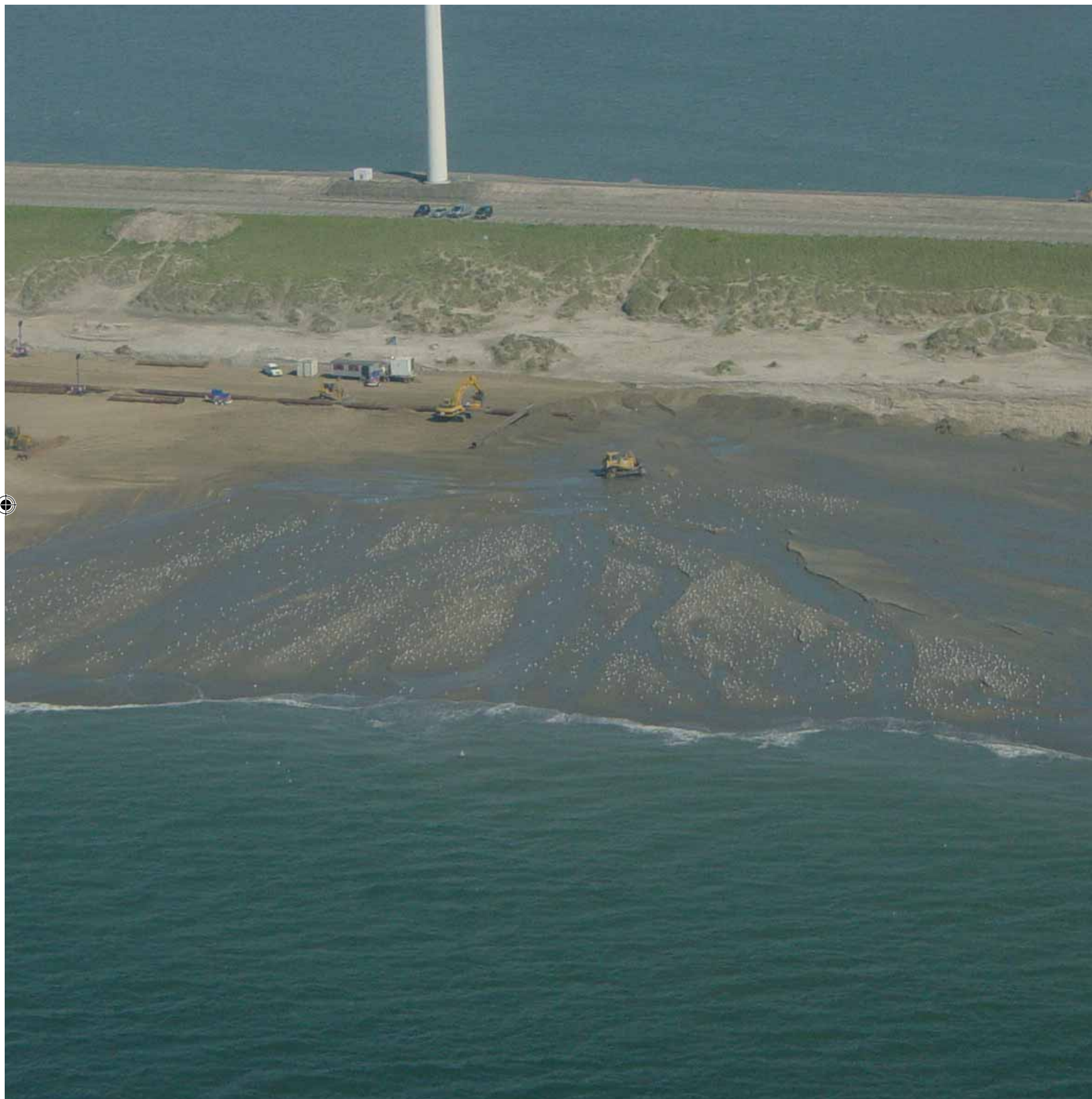


Inhoudsopgave

1	Doel en opzet van het rapport	7
1.1	Achtergrond	7
1.2	Doel van dit rapport	9
1.3	De compensatieopgave	9
1.4	Afbakening van het rapport	10
1.5	Opzet van het rapport	11
2	De voordelta : een korte schets	15
2.1	Ligging	16
2.2	(Geo)morfologie	16
2.3	Integraal beleidsplan voordelta	17
3	Morfologische processen en ontwikkelingen	21
3.1	Morfodynamische mechanismen en kenmerken	22
3.2	Gedetailleerde beschrijving per mondingsgebied	26
3.3	Morfodynamiek in de monding van het haringvliet	27
3.4	Morfodynamiek in de monding van de grevelingen	33
3.5	De overgang van de oosterscheldemonding naar de monding van de grevelingen	37
3.6	Samenvatting en implicaties voor het maatregelenpakket	42
4	De beschrijving van habitatype 1110	45
4.1	Habitatype 1110: met ondiep water overstroomde zandbanken	46
4.2	Karakteristieken van habitatype 1110	48
4.3	Indicatoren voor kwaliteit habitatype 1110	53
4.4	Samenvatting en implicaties voor het maatregelenpakket	57
5	De ontwikkeling en verspreiding van bodemdieren in de voordelta	59
5.1	De huidige situatie van de bodemdieren	60
5.2	De historische ontwikkelingen van bodemdieren	65
5.3	Trofische niveau's in het ecosysteem	68
5.4	De verhouding tussen r- en K-strategen als indicator	73
5.5	Twee indicatieve soorten voor habitatype 1110	77
5.6	Ontwikkelingen in de accent natuurgebieden	81
5.7	Bodemdieren als voedsel	82
5.8	Samenvatting en implicaties voor het maatregelenpakket	89

6	Het voorkomen van vissen en het ecologische profiel van vijf soorten	93
6.1	De huidige situatie van vissen in de voordelta	94
6.2	Ecologisch profiel van de haring (<i>Clupea harengus</i>)	98
6.3	Ecologisch profiel van zandspiering (<i>Ammodytes</i> sp.)	102
6.4	Ecologisch profiel van grondels (<i>Pomatoschistus</i> sp.)	104
6.5	Ecologisch profiel van de schol (<i>Pleuronectes platessa</i>)	107
6.6	Ecologisch profiel van de schurftvis (<i>Arnoglossus laterna</i>)	113
6.7	Samenvatting en implicaties voor het maatregelenpakket	116
7	Vogels in de voordelta en ecologisch profiel van zes soorten	119
7.1	Het meten van de huidige situatie van zeevogels	120
7.2	Ecologisch profiel van de zwarte zee-eend (<i>Melanitta nigra</i>)	121
7.3	Ecologisch profiel van de eidereend (<i>Somateria mollissima</i>)	129
7.4	Ecologisch profiel van de grote stern (<i>Sterna sandvicensis</i>)	133
7.5	Ecologisch profiel van de visdief (<i>Sterna hirundo</i>)	138
7.6	Ecologisch profiel van de roodkeelduiker (<i>Gavia stellata</i>)	142
7.7	Ecologisch profiel van de kuifduiker (<i>Podiceps auritus</i>)	145
7.8	Samenvatting en implicaties voor het maatregelenpakket	149
8	De gewone zeehond en de grijze zeehond	151
8.1	De gewone zeehond (<i>Phoca vitulina</i>)	152
8.2	De grijze zeehond (<i>Halichoerus grypus</i>) in de voordelta	157
8.3	Samenvatting en implicaties voor het maatregelenpakket	161
9	Recreatie: huidige vormen en intensiteit	163
9.1	De inventarisatie van het huidige gebruik	164
9.2	Overzicht recreatie voordelta	164
9.3	Ontwikkelingen recreatie op het water	174
9.4	Samenvatting en implicaties voor het maatregelenpakket	175
10	Beroepsvisserij: huidige vormen en intensiteit	177
10.1	Bodemberoerende visserij op schelpdieren	178
10.2	Overige bodemberoerende visserij	183
10.3	Niet bodemberoerende visserij	187
10.4	Kleinschalige sleepnetvisserij	189
10.5	Samenvatting en implicaties voor het maatregelenpakket	190
11	De relaties tussen soorten en hun omgeving: de effectschema's	193
11.1	Schelpkokerworm	194

11.2	Nonnetje	195
11.3	Jonge Haring	197
11.4	Zandspiering	198
11.5	Grondel	200
11.6	Ondermaatse Schol	201
11.7	Schurftvis	202
11.8	Zwarte zee-eend	204
11.9	Eidereend	206
11.10	Grote Stern	208
11.11	Visdief	210
11.12	Roodkeelduiker	212
11.13	Kuifduiker	214
12	Maatregelenpakket Zeereservaat	217
12.1	Uitgangspunten en randvoorwaarden maatregelenpakket	218
12.2	Compenserende maatregelen voor habitat 1110	219
12.3	Compenserende maatregelen voor vogels	223
12.4	Samenvatting: totaalpakket maatregelen	232
13	Aantonen van behalen compensatieopgave	239
13.1	Het belang van goede beoordeling effecten maatregelen	240
13.2	Monitoringsprogramma	241
13.3	Toetsing en evaluatie	246
13.4	Risicobeheersing, scenario's voor de toekomst	249
13.5	Bijstellen van de maatregelen	250
14	Literatuurlijst	253
15	Verklarende woordenlijst	277
16	Bijlagen	281
16.1	Natura 2000 soorten in de voordelta	281
16.2	Een beschrijving van habitatype 1140	281
16.3	De Shannon index	285
16.4	Bijdrage visserijvormen aan compensatieopgave	286
16.5	Methodiek selectie rustgebieden	287
16.6	Scenario's	289
16.7	Hypothesen lijst	290
16.8	Audit bijeenkomst over habitatype 1110	291
16.9	Audit bijeenkomst over rustgebieden	295
	Colofon	301



Werkzaamheden bij de Maasvlakte © Zeeland Air / Bureau Waardenburg



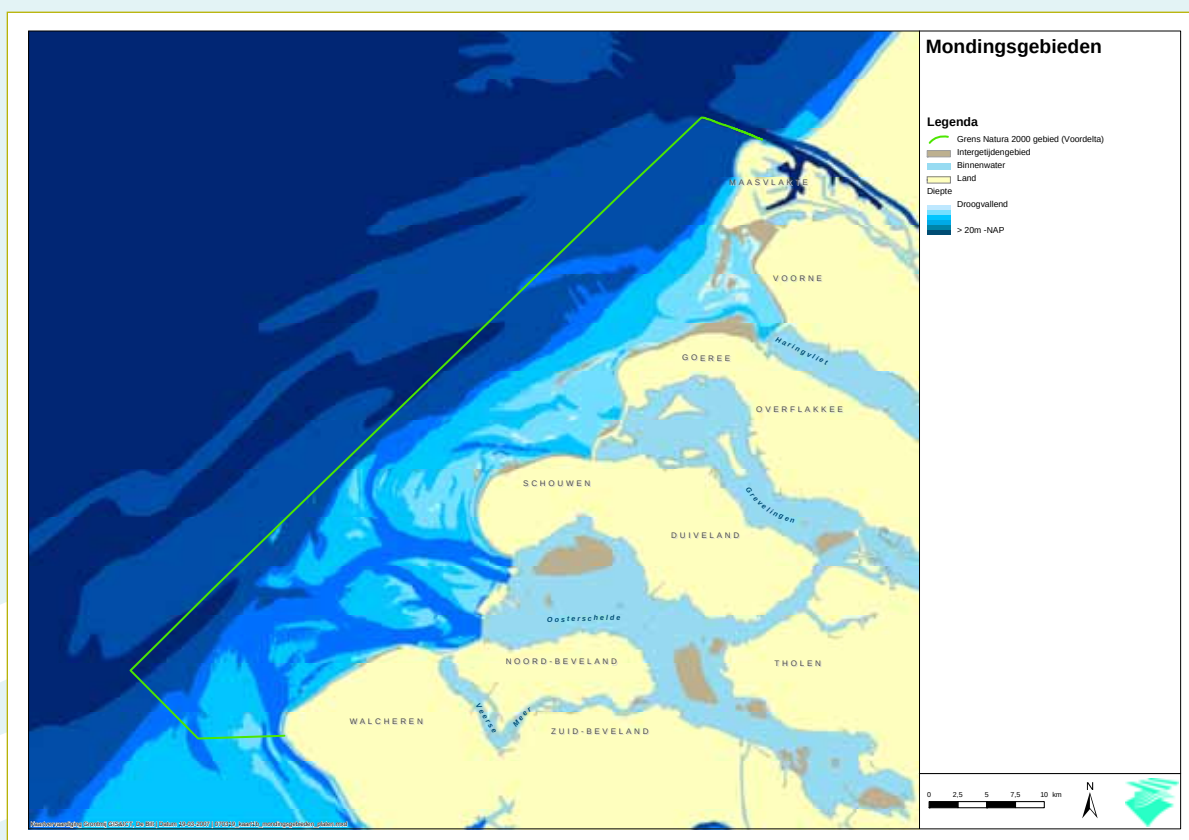
1 Doel en opzet van het rapport

1.1 Achtergrond

De Voordelta is het ondiepe kust- en zeegebied dat grenst aan de Zuid-Nederlandse Delta (kaart 1.1). De Voordelta herbergt bijzondere natuurwaarden en is daarom aangewezen als Natura 2000-gebied. Natura 2000 is een netwerk van beschermde Europese natuurgebieden, dat alle gebieden omvat die zijn beschermd op grond van de Vogelrichtlijn (1979) en de Habitatrichtlijn (1992). Omdat de Voordelta Natura 2000 gebied is, is Nederland verplicht om voor bepaalde soorten en habitats in de Voordelta een 'gunstige staat van instandhouding' te bereiken en te behouden. Bijlage 16.1 laat zien welke soorten in de Voordelta in het kader van Natura 2000 beschermd zijn. Nederland heeft de wettelijke verplichtingen uit de Europese Habitat- en Vogelrichtlijn verankerd

in de Natuurbeschermingswet (bescherming van gebieden) en de Flora- en Faunawet (bescherming van soorten en habitats). De Natuurbeschermingswet vereist dat voor alle Natura 2000-gebieden een beheerplan opgesteld wordt. Het beheerplan moet inzicht geven in de maatregelen die nodig zijn om de instandhoudingsdoelen te bereiken en aangeven welke gebruiksmogelijkheden passen bij de instandhoudingsdoelen.

De Tweede Maasvlakte wordt aangelegd bij het Rotterdamse havengebied in het Natura 2000-gebied Voordelta (kaart 1.2). Het gevolg hiervan is een vermindering van de natuurwaarde van het gebied. Berkenbosch et al. (2007) bepaalden de significante effecten van de aanleg van de Tweede Maasvlakte op de natuurwaarden in de Voordelta. Deze effecten moeten wettelijk worden gecompenseerd. Het betreft het verlies van 2455 ha aan

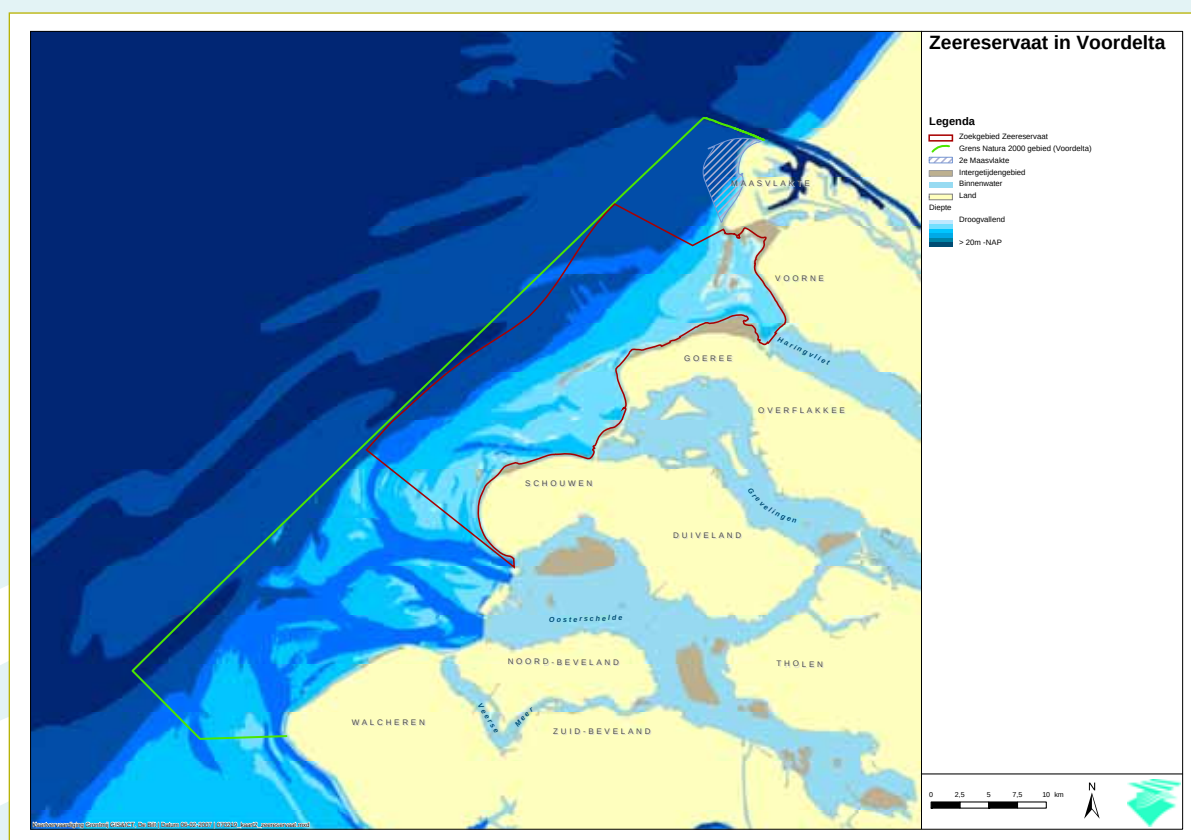


Kaart 1.1: Ligging van de Voordelta en Natura 2000-gebied.

zeebodem bestaande uit permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken met de bijbehorende ecologische waarden. Deze zeebodem is geclassificeerd als habitattype 1110. Het verlies van habitattype 1110 wordt als significant beschouwd en dient gecompenseerd te worden. Door het verlies van habitattype 1110 als gevolg van de aanleg van de Tweede Maasvlakte is er ook effect op verschillende vogelsoorten: de effecten op de Zwarte Zee-eend, Visdiefje en de Grote Stern worden als significant beschouwd en moeten dus ook gecompenseerd worden. De bovengenoemde significante effecten zullen gecompenseerd worden door het instellen van een Zeereservaat (PKB, 2006). Het Zeereservaat komt te liggen voor de kust van Voorne, Goeree en Schouwen en valt binnen de begrenzing van het Natura 2000-gebied Voordelta. Op kaart 1.2 is het

zoekgebied waarbinnen het Zeereservaat komt te liggen aangegeven. In het Zeereservaat gaan twee typen maatregelen genomen worden. Het eerste type maatregelen zal zich richten op het terugdringen van bodemberoerende activiteiten, met als doel een kwaliteitsverbetering van het habitattype te realiseren. Het tweede type maatregelen richt zich op het instellen van rustgebieden ten behoeve van vogels. De compensatieopgave en de invulling daarvan wordt in paragraaf 1.3 nader beschreven.

Er moet aantoonbaar gemaakt worden of het verlies aan natuurwaarden als gevolg van de aanleg van de Tweede Maasvlakte door het instellen van het maatregelenpakket tijdig en in voldoende mate wordt gecompenseerd. Hiertoe is een Monitoring- en Evaluatie Programma (MEP) opgezet. Een onderdeel van dit MEP is de zogenaamde nulme-



Kaart 1.2: Overzichtskaart Voordelta met begrenzingen Zeereservaat en Natura 2000-gebied.



ting. Op basis van deze nulmeting wordt de uitgangssituatie voor de natuurcompensatie bepaald. De nulmeting is gestart in 2004 en loopt door tot eind 2006. In het kader van deze meting wordt o.a. onderzoek verricht naar de aanwezige bodemfauna, de soortensamenstelling en de omvang van populaties vissen en (aantallen) broedende en foeragerende kust- en zeevogels. Daarnaast wordt ook het huidige gebruik voor tal van gebruiksfuncties in beeld gebracht.

Behalve in het zoekgebied van het Zeereservaat wordt er ook gemeten in twee referentiegebieden: een gebied ten noorden van het in te stellen Zeereservaat en een gebied ten zuiden hiervan. Het doel hiervan is om de autonome ontwikkeling in het gebied in beeld te krijgen en de veranderingen in het Zeereservaat als gevolg van de te nemen maatregelen zo zuiver mogelijk vast te stellen. Na de realisatie van het Zeereservaat zullen er, als onderdeel van het Monitoring en Evaluatie Programma, de effectmetingen uitgevoerd worden. Op basis van de verschillen tussen voor en na instelling van het Zeereservaat kunnen de effecten van de compensatiemaatregelen worden vastgesteld.

1.2 Doel van dit rapport

Dit rapport, gemaakt door RWS/RIKZ in opdracht van PMR, richt zich op het inhoudelijk onderbouwen van de maatregelen die in het kader van het in te stellen Zeereservaat genomen moeten worden, om de negatieve effecten van de aanleg van de Tweede Maasvlakte op de beschermde natuurwaarden in de Voordelta te compenseren. Deze maatregelen worden uitgebreid beschreven in het Beheerplan Voordelta (RWS, in prep.) dat in het kader van de Natuurbeschermingswet wordt opgesteld.

Dit rapport onderbouwt de maatregelen door de maatregelen te beschrijven en daarbij de ideeën

en veronderstellingen achter de maatregelen vast te leggen. Daarbij worden de volgende vragen beantwoord:

- waarom zijn deze maatregelen noodzakelijk?
- op welke uitgangspunten, relaties en aannamen zijn de maatregelen gebaseerd?
- welke hypothesen liggen eraan ten grondslag?
- wat maakt het realistisch dat de maatregelen zullen werken en dat daarmee voldoende natuurcompensatie bereikt gaat worden?

Daarbij levert het rapport de inhoudelijke basis om op termijn, bij de evaluaties, aan te kunnen tonen dat er voldoende en tijdig gecompenseerd is door:

- het vastleggen van de huidige situatie door middel van de resultaten van de nulmetingen het verkrijgen van inzicht in de resultaten van de nulmeting.
- het nu al schetsen van wat er gemeten zou moeten worden in de effectmetingen, en een aangeven hoe dat gemeten kan worden.

1.3 De compensatieopgave

De effecten van de aanleg van de tweede Maasvlakte op het Natura 2000-gebied Voordelta zijn in 2003 al op hoofdlijnen beschreven, in de PKB deel 3 die destijds is gepubliceerd. Inmiddels is de planvorming doorgegaan en is er een aangepast ontwerp voor de Tweede Maasvlakte, het doorsteekalternatief, gekomen.

Voor dit ontwerp is door het Havenbedrijf Rotterdam NV (HbR) een Milieu Effect Rapport (MER) opgesteld (Berkenbosch et al., 2007). In dit MER worden de (negatieve) effecten van de aanleg van de Tweede Maasvlakte beschreven. Onderdeel van die beschrijving zijn ook de negatieve effecten op de beschermde natuurwaarden en de daaruit voortvloeiende verplichtingen tot compensatie van significant negatieve effecten.

De compensatieverplichting is gepubliceerd in het MER (Berkenbosch et al., 2007). Het MER is de basis waarop de maatregelen in deze rapportage





zijn gebaseerd. Uiteindelijk zal de compensatie-opgave vastgelegd worden in de Passende Beoordeling MV2 die zal worden meegestuurd bij de vergunningaanvraag voor de aanleg van de Tweede Maasvlakte in het kader van de Natuurbeschermingswet bij het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselvoorziening.

In dit rapport is uitgegaan van de volgende (permanente) significante effecten (Berkenbosch et al., 2007):

- verlies van maximaal 2455 ha van het habitat-type 'permanent overstroomde zandbanken' (habitattype 1110); dit is 2,8% van het totaal areaal van dit habitat in de Voordelta;
- verlies van 2430 ha foerageergebied van de Zwarte Zee-eend; dit is 2,8% van het totaal in de Voordelta;
- verlies van 8000 vogeldagen van de Vissdief; dit is 5,8% van het totaal in de Voordelta;
- verlies van 6000 vogeldagen van de Grote Stern; dit is 1,4% van het totaal in de Voordelta.

Wijze van invulling van de compensatieopgave

Doordat het niet mogelijk is om het verloren stuk zeebodem elders opnieuw aan te leggen, is in de Planologische Kernbeslissing (PKB) Mainportontwikkeling Rotterdam (PKB, 2006) vastgelegd dat het verlies aan zeebodem wordt gecompenseerd door in de Voordelta een kwaliteitsverbetering te realiseren door middel van het instellen van een Zeereservaat binnen een vastgesteld zoekgebied. De instelling van het Zeereservaat beoogt dat het kustecosysteem zich meer ongestoord kan ontwikkelen en dat de foerageerfunctie van de Voordelta voor kustvogels versterkt. In hoofdstuk 12 wordt hier verder op ingegaan.

Zee(bodem)reservaat

Door experts is ingeschat (Heinis et al., 2003), dat door bodemberoerende activiteiten (met name visserij) in het gebied te beperken of uit te sluiten, een kwaliteitsverbetering van ongeveer 10% behaald kan worden in termen van een toename aan biomassa en diversiteit van bodemdieren. Aangenomen wordt, dat deze maatregel ook zal

leiden tot een toename in biomassa en diversiteit van vissen en als gevolg daarvan een toename van de voedselbeschikbaarheid voor bodemdier- en visetende vogels. Omdat er een stuk zeebodem van 2455 ha verloren gaat, dient er een Zeereservaat met een omvang van 24550 ha te worden ingesteld (10% kwaliteitsverbetering over een 10x zo groot oppervlak geeft 100% natuurcompensatie).

Rustgebieden

Naast het realiseren van een kwaliteitsverbetering van de zeebodem in het gebied is het ook noodzakelijk dat er voldoende rust gegarandeerd wordt voor de vogels om te kunnen profiteren van het toegenomen voedselaanbod. Dit kan gerealiseerd worden door het instellen van rustgebieden binnen het Zeereservaat. In deze rustgebieden worden beperkingen opgelegd aan bepaalde vormen van recreatie en visserij.

Over de wijze van invulling van de compensatieverplichting is advies gevraagd aan de Europese Commissie. De commissie liet weten dat zij de voorgestelde invulling goedkeurt (EC, 2003).

1.4 Afbakening van het rapport

Beheerplan Voordelta.

Het Zeereservaat is onderdeel van het Natura 2000-gebied Voordelta, dat in het kader van de Natuurbeschermingswet is aangewezen als beschermd natuurgebied. In het aanwijzingsbesluit voor de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn worden voor het gebied de instandhoudingsdoelen beschreven. Binnen drie jaar na het aanwijzingsbesluit zal Rijkswaterstaat, de beheerder van het gebied, een beheerplan opgesteld moeten hebben waarin het te volgen beheer wordt beschreven, gericht op de vastgelegde instandhoudingsdoelen. Dit beheerplan is nu al opgesteld (RWS, in prep.). Het bevat zowel verplichtingen uit de Natuurbeschermingswet, als maatregelen in het kader van het in te stellen Zeereservaat. In dit rapport worden de maatregelen die in het





Vuurtoren Ouddorp © Luca van Duren

kader van de Natura 2000 instandhoudingsdoelen voor de Voordelta nodig zijn en in het beheerplan Voordelta zijn opgenomen, niet specifiek behandeld. Daar waar er raakvlakken zijn met de maatregelen ten behoeve van het Zeereservaat zal dit wel worden aangegeven.

Duincompensatie.

Naast het in paragraaf 1.1 genoemde verlies van habitattype 1110 en de significante effecten op de Zwarte Zee-eend, de Grote Stern en de Visdief, heeft de aanleg van de Tweede Maasvlakte ook negatieve effecten op de beschermde natuur in de duinen van Voorne en Goeree. Deze negatieve effecten zullen gecompenseerd worden door de aanleg van nieuwe duinnatuur voor de Zuid-Hollandse kust tussen Kijkduin en Hoek van Holland; dit wordt de duincompensatie Delflandse Kust genoemd. Dit rapport gaat verder niet in op dit onderdeel van de compensatieverplichting, omdat dit niet het Zeereservaat betreft.

1.5 Opzet van het rapport

Het rapport 'Beschermde natuur in het Zeereservaat, de inzet van kennis over de ecologie en morfologie van de Voordelta om het maatregelenpakket ter compensatie van de natuureffecten van de Tweede Maasvlakte te verantwoorden' neemt de compensatieopgave (Berkenbosch et al., 2007) als uitgangspunt. Hierbij is uitgegaan van de stand van zaken op 1 december 2006. Vanuit de compensatieopgave is nagegaan welke kennis en inzicht in processen nodig zijn om te komen tot de juiste compensatiemaatregelen. Daartoe is, vooral op basis van de nulmeting, kennis verzameld over de huidige situatie van de aandachtsgebieden morfodynamica, habitattypes, bodemdieren, vissen, vogels, zeezoogdieren, recreatie en beroepsvisserij. Deze kennis samen met gegevens over de historische situatie van deze aandachtsgebieden zijn bijeen gebracht in dit rapport. De verzamelde



informatie is samengevat doormiddel van ingreep-effect schema's voor de onderzocht soorten. Deze schema's geven in hoofdlijnen aan welke omgevingsvariabelen sturende effecten hebben op een soort. Zo'n schema kan bijvoorbeeld aangeven dat een verandering in de morfologie een gevolg heeft voor het voedsel van een soort, wat leidt tot een verandering in voedselaanbod, wat vervolgens effect heeft op het voorkomen van de soort in dat gebied. Deze schema's worden in dit rapport effectschema's genoemd.

Deze effectschema's liggen ten grondslag aan het maatregelenpakket, zij laten immers zien welke variabelen een sturende invloed hebben. Om te kunnen aantonen dat de maatregelen inderdaad het juiste effect hebben, (nl voldoende compensatie leveren), zijn effectmetingen nodig.

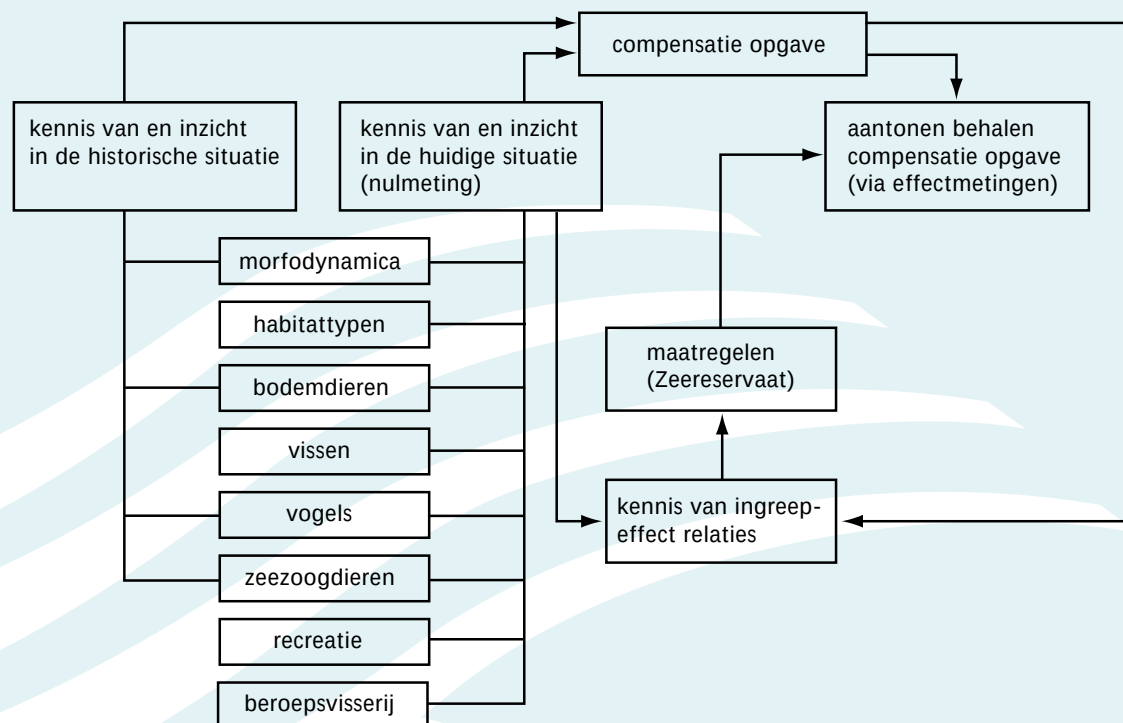
De volgende figuur geeft bovenstaande aanpak schematisch weer:

Dit schema is de leidraad bij de volgende hoofdstukken van het rapport. Het zal bij ieder hoofdstuk terugkomen en in rood tonen welk onderdeel in het desbetreffend hoofdstuk behandeld wordt. Onderwerpen die sterk te maken hebben met het hoofdonderwerp en ook ter sprake komen in het hoofdstuk zijn in het schema geel gekleurd.

Hoofdstukken indeling

Het rapport bestaat uit dertien hoofdstukken. Deze hoofdstukken behandelen de volgende onderwerpen:

- in het tweede hoofdstuk wordt het gebied de Voordelta geïntroduceerd aan de hand van een korte gebiedsbeschrijving en een beschrijving van het beleid in het gebied tot nu toe;
- de basis onder het gehele systeem Voordelta wordt gevormd door de morfodynamica. Daarom wordt in hoofdstuk 3 uitgebreid aandacht besteed aan de morfologische processen en ontwikkelingen in de Voordelta;





- de compensatieopgave bevat drie vogelsoorten en habitattype 1110, de permanent ondiepe zeebanken (zie paragraaf 1.4). Hoe habitattype 1110 is ingevuld en welke indicatoren horen bij dit habitattype is uitgewerkt in hoofdstuk 4;
- bodemdieren spelen een belangrijke rol in de Voordelta. Hoofdstuk 5 besteedt uitgebreid aandacht voor deze organismen;
- hoofdstuk 6 gaat in op de vissenpopulatie in de Voordelta, waarbij zowel aandacht is voor de resultaten van de nulmeting, als voor de vijf soorten die kwaliteitsindicator zijn voor habitattype 1110;
- hoofdstuk 7 geeft de ecologische profielen van de te compenseren vogelsoorten, aangevuld met soorten die kwaliteitsindicator zijn voor habitattype 1110;
- zeehonden maken geen deel uit van de compensatieopgave. Toch speelt deze soort een belangrijke rol in de Voordelta, omdat in het kader van Natura 2000 voor de populatie een herstelopgave geldt. Daarom besteedt hoofdstuk 8 aandacht aan de zeehonden in de Voordelta;
- de Voordelta heeft een belangrijke functie voor recreatie. Hoofdstuk 9 gaat in op de vormen van recreatie die in de Voordelta veel beoefend worden en waarmee, indien mogelijk, rekening gehouden moet worden bij het vaststellen van het maatregelenpakket;
- een andere functie van de Voordelta waarmee het maatregelenpakket rekening moet houden is de beroepsvisserij. Hoofdstuk 10 geeft hiervan een overzicht;
- de informatie uit hoofdstuk 5 t/m 10 is gebruikt om effectschema's op te stellen. Deze schema's worden voor 13 soorten in hoofdstuk 11 gepresenteerd. De effectschema's vormen de basis voor het maatregelenpakket;
- het maatregelenpakket, bedoeld om de effecten van de aanleg van de Tweede Maasvlakte te compenseren, wordt gepresenteerd in hoofdstuk 12;
- het maatregelenpakket is zo ingericht dat verwacht kan worden dat aan de compensatieopgave zal worden voldaan. Hoofdstuk 13 beschrijft hoe dit te monitoren en te toetsen is. Bovendien

beschrijft het hoofdstuk hoe mogelijke risico's kunnen worden beheerst.

Het rapport sluit af met de literatuurlijst, een verklarende woordenlijst en een aantal bijlagen, waarin achtergrondinformatie is opgenomen.

Opbouw van een hoofdstuk

Ieder hoofdstuk begint met een kader waarin kort wordt aangegeven wat er in het hoofdstuk staat en waarom. Basisdocumenten die ten grondslag liggen aan het hoofdstuk en in het kader van PMR (Project Mainportontwikkeling Rotterdam) zijn gemaakt, worden hier ook genoemd. Aanvullende literatuur wordt in de tekst aangegeven. Ieder hoofdstuk is verdeeld in meerdere paragrafen.

Kaartenatlas

Bij dit rapport hoort een kaartenatlas. Daarin zijn alle kaarten uit dit rapport nogmaals weergegeven, maar dan op A3 formaat. Daarnaast zijn een aantal kaarten met aanvullende informatie aan de kaartenatlas toegevoegd.





Zee gezien vanaf de Veerse Gatdam © Joost Bergsma



2 De Voordelta: een korte schets

Voordat habitatype 1110 verder zal worden geïntroduceerd en de benodigde kennis voor het afleiden van een maatregelenpakket geïntroduceerd, wordt eerst kort een schets gegeven van het gebied de Voordelta. In dit hoofdstuk komt kort de ligging en de benaming van de platen en geulen aan de orde, een korte beschrijving van de (geo)morfologie en een overzicht van het beleid tot nu toe, het Integraal Beleidsplan Voordelta.

De informatie in dit hoofdstuk is (tenzij anders vermeld) gebaseerd op het volgende basisdocumenten:

- Morfologische ontwikkeling Voordelta van Alkyon (Alkyon, 2006a)
- Integraal Beleidsplan Voordelta (IBV, 1993)

2.1 Ligging

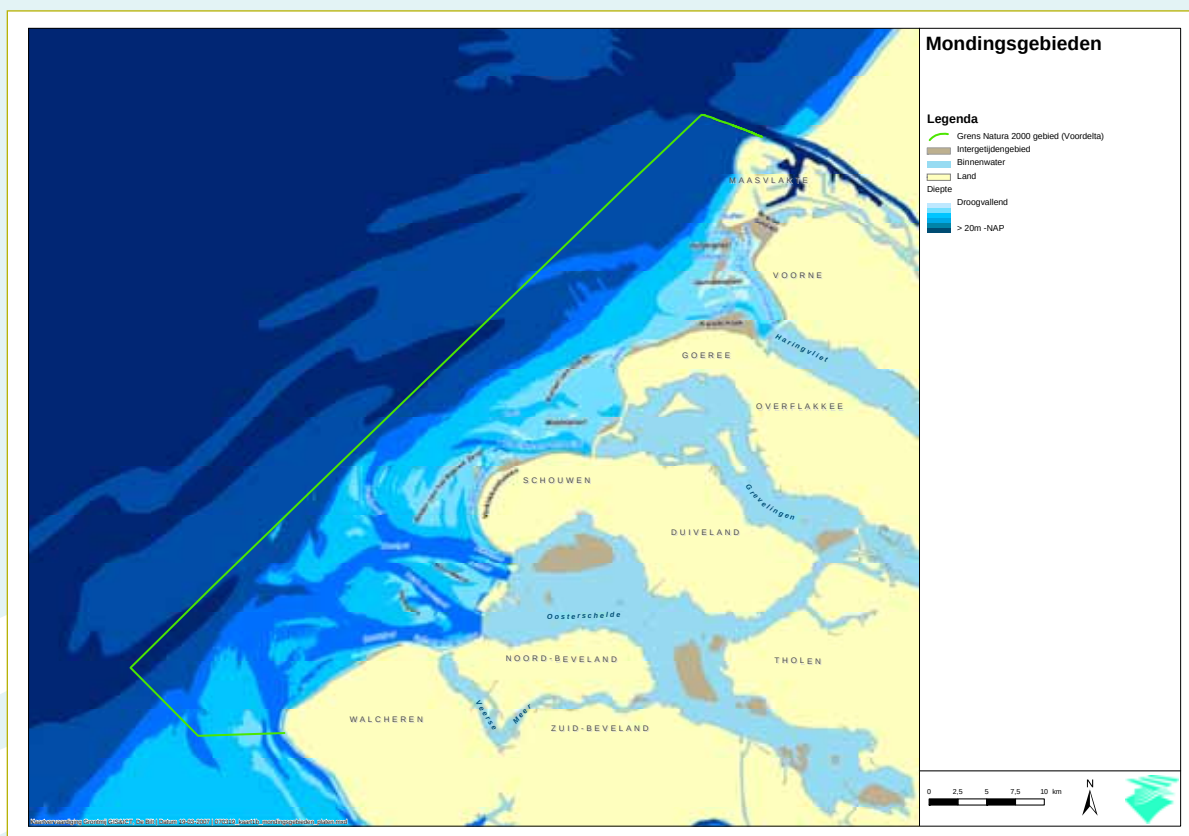
De Voordelta is het zeegebied ten westen van de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta, dat wordt gekenmerkt door afwisseling van geulen en ondiepte. Aan de noordzijde wordt het gebied begrensd door de Slufter en de Eerste Maasvlakte. De zuidelijke begrenzing ligt ter hoogte van de punt van zuidwest Walcheren, waar de mondingen van Ooster- en Westerschelde elkaar ontmoeten. De zeewaartse begrenzing is vastgelegd op de NAP -20 m diepteliijn, die voor de gehele Nederlandse kust de begrenzing tussen de kust en de diepere noordzeebodem vormt. Aan de landzijde wordt de begrenzing gevormd door de duinen en dijken op de voormalige Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden en door de dammen in de voormalige zeearmen.

Kaart 2.1 geeft een overzicht van de gebruikte namen van platen, slikken en geulen.

2.2 (Geo)morfologie

Kenmerken

De kenmerkende patronen van geulen en ondieptes van het gebied zijn direct gekoppeld aan de (voormalige) zeearmen van de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta. De grote geulen van de Oosterschelde en Westerschelde zijn nog steeds verbonden met de geulen op de Voordelta en de Westerscheldemonding. De geulen zeewaarts van de Grevelingen en Haringvliet waren voor de afsluiting verbonden met de geulen in deze zeearmen. De



Kaart 2.1: Kaart van de Voordelta met diepten en naamgeving van de platen, slikken en geulen.



grote geomorfologische eenheden in de Voordelta zijn daardoor van noord naar zuid: de Haringvlietmonding, de Grevelingenmonding, de Oosterscheldemonding en de Westerscheldemonding.

In de Voordelta worden de geulen gescheiden door ondiepten, die vrijwel permanent onder water liggen. Relatief kleine delen vormen bij laagwater droogvallende platen. Een heel klein oppervlak blijft droog bij gemiddeld hoogwater. Vanuit de zeearmen verondiepen en vertakken de geulen op de Voordelta zich, vaak in zeer kenmerkende vloed- en ebschaar patronen. Van noord naar zuid neemt de gemiddelde waterdiepte toe, gemiddeld is de Haringvlietmonding het ondiepste en de Westerscheldemonding het diepste gebied.

De invloed van de Deltawerken

De ontwikkeling van de Voordelta is vanaf het begin van de zestiger jaren sterk beïnvloed door de aanleg van de Deltawerken. Al voor de 'echte' Deltawerken een begin gemaakt met betere bescherming tegen overstroming vanuit zee door de aanleg van de Brielse Gatdam, die de Brielse Maas afsloot van zee.

De aanleg van de Veerse Gatdam die in 1961 het Veerse Gat afsloot was het eerste werk in het kader van het Deltaplan. De afsluiting bestaat uit een dam in combinatie met spuisluizen, zodat overtollig Rijn- en Maaswater nog via het Haringvliet afgevoerd kan worden. De spuisluizen zijn in 1970 in gebruik genomen, ze hebben een doostroombreedte van 1000 m en een maximale spuicapaciteit van 25.000 m³/s. In 1962 is begonnen met de aanleg van de Brouwersdam in het Grevelingenestuarium. Deze afsluiting is eind 1971 afgerond. Aan de oostzijde was het Grevelingen toen al afgesloten door de Grevelingendam (1965).

De invloed van de Deltawerken op de geomorfologie van de Voordelta is indirect: door de (gedeeltelijke) afsluiting van de zeearmen is de getijdestroming, de aanstroming vanuit de bekkens, de komberging van het bekken en de sedimenttransporten van en naar het bekken veranderd en deze hebben geleid (en leiden nog steeds) tot aanpassingen van

de grootte en ligging van geulen en ondiepten (zie hiervoor het volgende hoofdstuk en Kohsiek & Mulder, 1989).

Invloed van directe menselijke ingrepen
Directe menselijke ingrepen op de geomorfologie van het Voordeltagebied zijn beperkt. Voor de scheepvaart worden enkele geulen op diepte gehouden. In de Haringvlietmonding wordt de drempel in het Slijkgat op diepte gehouden. Voor het op diepte houden wordt sediment gebaggerd en op bepaalde locaties gestort. Voor de kustverdediging van de Zuid-Hollandse en Zeeuwse eilanden worden tegenwoordig voornamelijk zandsuppleties uitgevoerd. In het verleden zijn verschillende kustgedeelten voorzien van steenbestorting, om het verplaatsen van getijdengeulen naar de kust te stoppen.

2.3 Integraal Beleidsplan Voordelta

In het Beheerplan Voordelta (RWS, in prep.) zijn de belangrijkste wetten, regelingen en beleidsdocumenten beschreven die van belang zijn voor de gebruiksfuncties en de bescherming van de natuur in de Voordelta. Deze informatie is gebruikt om vast te stellen of aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn voor de bescherming van het Natura 2000-gebied en de regulering van het gebruik. Voor dit beheerplan is het Integraal Beleidsplan Voordelta, "Vorm in verandering" (IBV, 1993) van belang. Het IBV is in 1993 vastgesteld door het Bestuurlijk Overleg Voordelta, een instituut waarin overheden en belangengroeperingen vertegenwoordigd zijn. Het IBV beleid voor natuur, visserij en recreatie, daarbij is gebruik gemaakt van ruimtelijke zonering. De doelen van IBV zijn:

- natuurlijke ontwikkeling veiligstellen;
- veiligheid van de kust waarborgen;
- aangeven waar en op welke wijze belangen inpasbaar zijn.



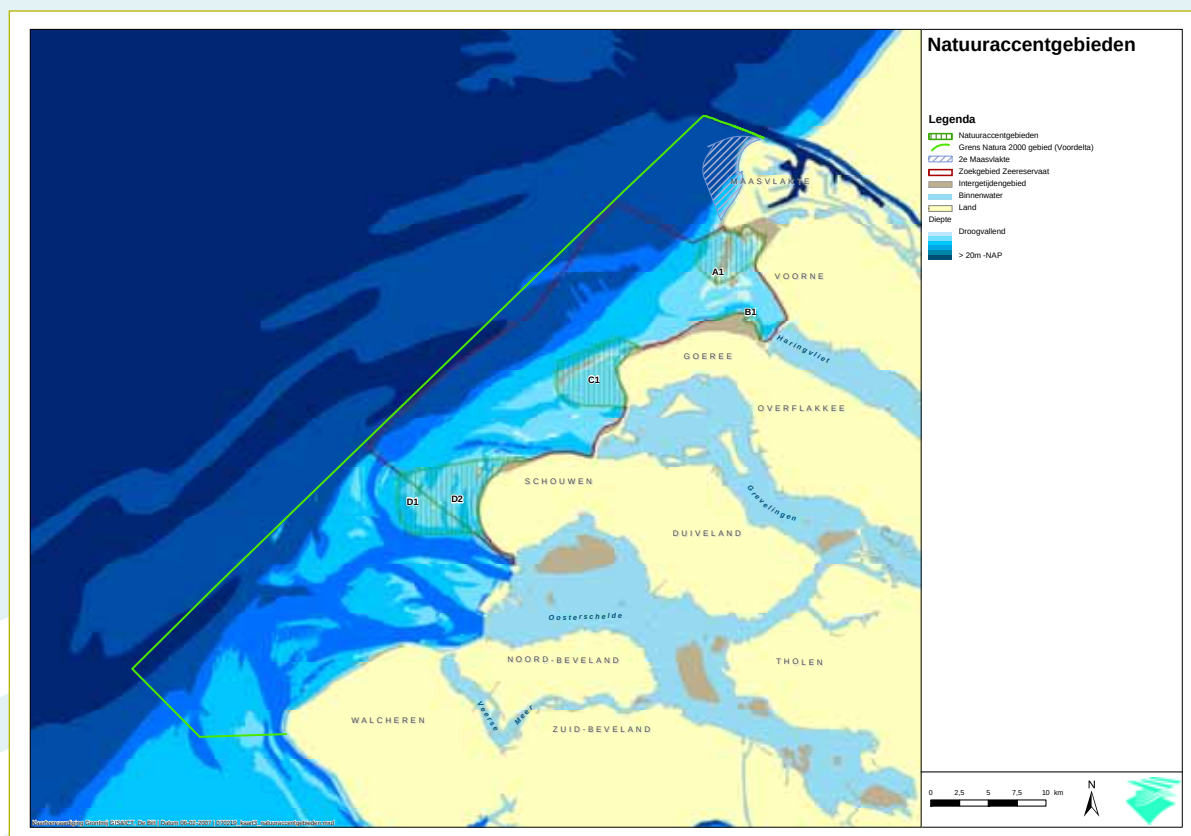
Vier gebieden hebben het accent natuur gekregen. Dit zijn gebieden met een rijk bodemleven die van belang zijn als rust-, foerageer- en overwinteringsgebied voor vogels en als rustgebied voor zeehonden. Deze vier accent natuurgebieden zijn:

- A. Brielse Gat/Hinderplaat;
- B. Kwade Hoek;
- C. Bollen van de Ooster/Aardappelenbult;
- D. Bollen van het Nieuwe Zand/Verklikkerstrand.

Kaart 2.2 geeft de ligging van de accent natuurgebieden weer.

Menselijke activiteiten zijn in de accent natuurgebieden toegestaan zolang geen verstoring optreedt voor vogels en zeehonden en geen schade ontstaat aan bodemdieren en kwetsbare pioniervegetatie. Schelpenwinning is er niet toegestaan. In de

gebieden A, B en C is het vissen met wekkerkettingen, mosselzaadvisserij en kokkelvisserij ook niet toegestaan. Voor garnalenvisserij en visserij met sleepnetten zijn wel vergunningen verleend en ook vissen met fuiken is niet verboden. Zandwinning voor commerciële doeleinden is alleen toegestaan buiten de doorgaande dieptelijn op NAP-20 meter. Zandwinning voor suppleties en andere waterstaatswerken langs de kust moeten zo veel mogelijk gecombineerd worden met het onderhoud van scheepvaartgeulen. Als dit niet mogelijk is, is voor dit doel zandwinning toegestaan in de kortsluitgeulen voor de koppen van de eilanden. Olie- en gaswinning is in de gehele Voordelta niet gewenst volgens het IBV.



Kaart 2.2: Voordelta met ligging van het Zeereservaat en de accent natuurgebieden genoemd in het Integraal Beleidsplan Voordelta



Haven Rotterdam © CSO Bunnik





Zicht op de Voordelta © Zeeland Air / Bureau Waardenburg



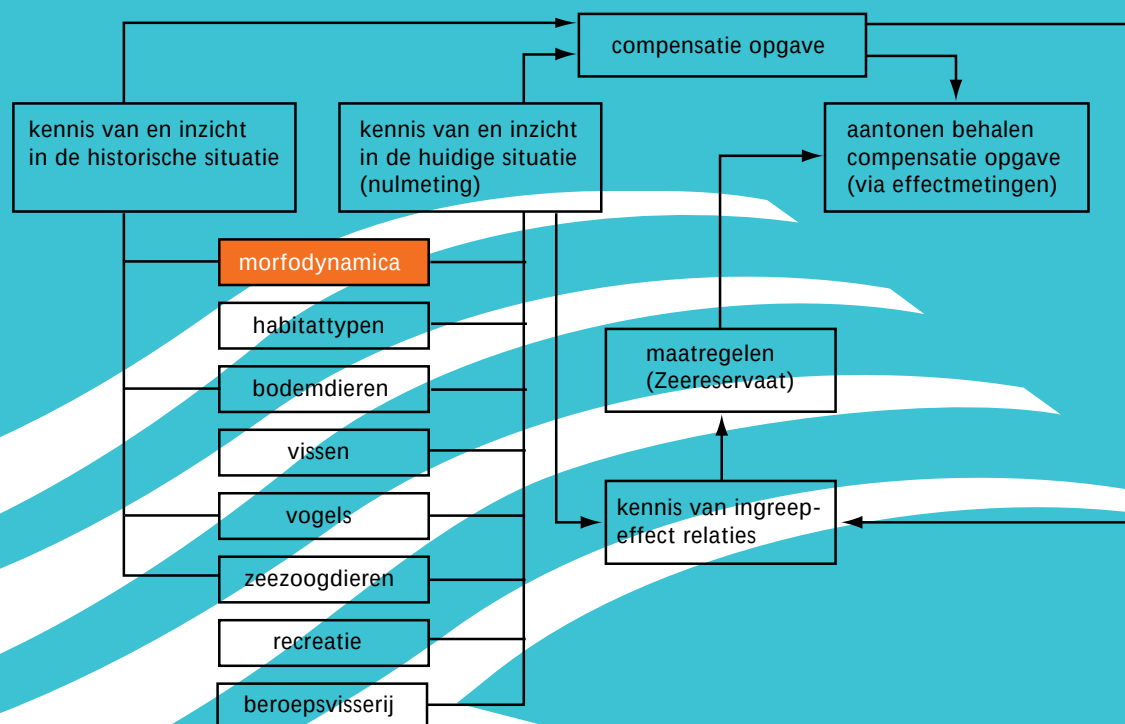
3 Morfologische processen en ontwikkelingen

In paragraaf 1.3 is aangegeven dat de compensatieopgave is gebaseerd op het ingeschatte verlies van habitats en soorten in het Natura 2000-gebied de Voordelta. De ontwikkeling van de te beschermen habitats in de Voordelta wordt voor een belangrijk deel gestuurd door morfologie en hydrodynamiek van het gebied. De morfodynamische processen hebben namelijk invloed op (verandering van) de bodemfauna, die een belangrijk kenmerk is van habitattype 1110. Om te kunnen komen tot een (begrensd) Zeereservaat met een adequaat maatregelenpakket is het belangrijk rekening te houden met de huidige en toekomstige morfodynamische ontwikkelingen van de Voordelta.

In dit hoofdstuk wordt de kennis over morfodynamica op een rij gezet, waarbij aandacht wordt besteed aan golven en getij, stroompatronen, sedimenttransport, evenwichtsligging kustlijn, sedimentsamenstelling, droogvalduur en saliniteitsverdeling. Vervolgens wordt in dit hoofdstuk ingegaan op de drie verschillende (mondings)gebieden in de Voordelta, namelijk de monding van het Haringvliet, de monding van de Grevelingen en de overgang van de Oosterscheldemonding naar de monding van de Grevelingen. Aan het einde van het hoofdstuk worden de belangrijkste conclusies met betrekking tot morfologische ontwikkeling en processen op een rij gezet.

De informatie in dit hoofdstuk is (tenzij anders vermeld) gebaseerd op het volgende basisdocumenten:

- Morfologische ontwikkeling Voordelta van Alkyon (Alkyon, 2006a)
- Kwantitatieve analyse en prognose morfologische ontwikkeling Voordelta van Alkyon (Alkyon, 2006b)
- Droogvalduurkaarten Voordelta van de Technische Universiteit Eindhoven (Stoorvogel & Habets, 2006)





3.1 Morfodynamische mechanismen en kenmerken

De huidige morfologische ontwikkelingen in de Voordelta worden bepaald door de optelsom van de autonome morfodynamiek onder invloed van golven en getij, doorgaande aanpassingen aan ingrepen uit het verleden, aanpassingen aan nieuwe ingrepen en veranderende natuurlijke omstandigheden (zeespiegel, klimaat). Autonome morfodynamische veranderingen zijn bijvoorbeeld de verplaatsing van geulen en getijdenplaten die van nature op buitendelta's plaatsvinden. De autonome morfodynamische veranderingen zijn de afgelopen decennia door de ingrepen in het Delta-gebied en de daaruit voortvloeiende veranderingen overschaduwd, maar in de toekomst zullen de autonome morfodynamische veranderingen weer een belangrijk deel van de morfologische ontwikkelingen veroorzaken.

De grootste aanpassingen van de Voordelta aan de Deltawerken hebben inmiddels plaatsgevonden. Sommige ontwikkelingen gaan echter nog steeds door, bijvoorbeeld de landwaartse verplaatsing van de fronten van de buitendelta's. Een voorbeeld van een nieuw voorziene ingreep met een effect in het studiegebied is het gewijzigde spuiregime voor de Haringvlietstuizen (volgens het Kierbesluit), waarbij enige getijdenwerking wordt toegestaan in het Haringvliet.

De stijgende zeespiegel beïnvloedt de zanduitwisseling met de getijdebekkens, met als resultaat een potentiële achteruitgang van de kust onder natuurlijke omstandigheden. Onder de vigerende kustlijnzorg, waarbij de zandverliezen van het gehele gebied worden gecompenseerd met zandsuppleties, zullen ook bij een versnelde stijging van de zeespiegel geen grote effecten optreden voor de kust en de Voordelta.

Veranderingen van het klimaat, bijvoorbeeld een toename van stormen of neerslag, hebben naar verwachting een grotere invloed op de morfologie van de Voordelta. Een toename van de neerslag en de daarmee samenhangende toename van de

rivieraafvoeren zullen ook de fluctuaties in de saliniteit in de monding van het Haringvliet beïnvloeden.

De kenmerkende geomorfologie van de Voordelta wordt in stand gehouden door een aantal morfodynamische mechanismen, die hieronder nader zijn toegelicht.

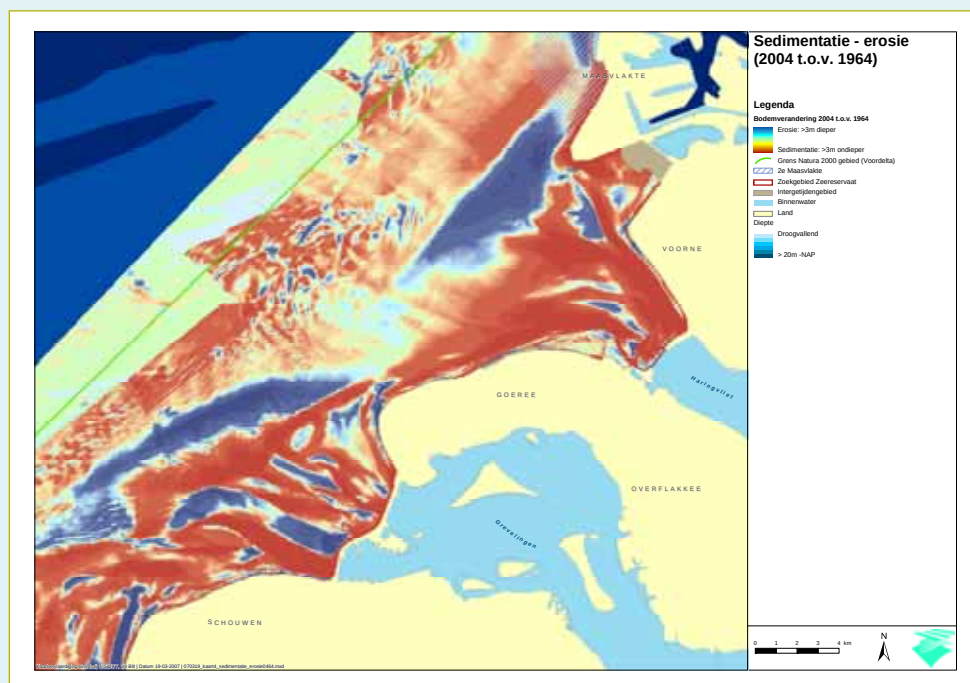
Golven en getij

De windrichtingen en -sterkte en de optredende golven zijn seizoensgebonden en variëren sterk. De wind- en golfrichting is voornamelijk zuidwestelijk. De bodemligging van de Voordelta beïnvloedt de hoogte en de richting van het golfveld door golfbreking, snelheidsverlies door wrijving aan de bodem (dissipatie) en shoaling. Hoge (storm)golven breken op de meest zeewaarts gelegen banken en ondieptes van de Voordelta. Het golfveld vlak bij de kust bestaat daardoor uit lage golven die over de ondieptes heen 'rollen', of uit lokaal door de wind opgewekte golven. Door de bijbuiging van het golfveld (refractie) en door selectieve golfafscherming vallen de golven recht op de kust in, zowel aan de noordwest- als aan de zuidwestzijde van de eilanden.

Wind- en golfwerking beïnvloeden het getijstroombeeld, waarbij de veranderingen afhankelijk zijn van de grootte en de richting van de wind en golven. Ook de afvoer van zoet water uit het Haringvliet beïnvloedt het stroombeeld: zowel stroomrichting als -sterkte kunnen daardoor afwijken van een situatie met alleen getij.

In een natuurlijke, ongestoorde situatie transporteert de getijdenstroming in- en uit de zeearmen zand van en naar de buitendelta. Het zand dat met de ebstroom vanuit de getijdengeulen naar de monding wordt getransporteerd sedimenteert daar, omdat de stroomsnelheden afnemen (Oertel, 1988). Het golfgedreven sedimenttransport op de ondiepten van de buitendelta is in het algemeen naar het land gericht (Steetzel & Stive, 1986). Voor de afsluiting van de Grevelingen en het Haringvliet was op de gehele Voordelta sprake van een dynamisch evenwicht tussen de landgerichte golfgedreven sedimenttransporten en de zeewaarts gerichte ebgedreven sedimenttransport. Verstoring





Kaart 3.1: Sedimentatie-erosiekaart 2004-1964 van de monding van het Haringvliet en de monding van de Grevelingen. Rode gebieden zijn ondieper geworden (sedimentatie) en blauwe gebieden zijn dieper geworden (erosie). De grootschalige erosie van de fronten van de buitendelta's is aangegeven

van deze balans, zoals door de beperking van de getijdenstroming bij de afsluiting van een zeearm, leidt tot een verandering van het dynamisch evenwicht. Het golfgedreven landwaarts gerichte sedimenttransport wordt dan niet meer gecompenseerd door het zeewaarts gerichte transport, zodat netto sedimenttransport naar de kust plaatsvindt. De buitendelta's van de Grevelingen en het Haringvliet zijn door dit mechanisme als het ware naar binnen geschoven.

Kaart 3.1 geeft dit weer. Deze verandering is omschreven als het 'opkruien' van de buitendelta (Snijders & Walburg, 1998).

In de Oosterscheldemonding is nog steeds sprake van een dynamisch evenwicht en heeft geen 'opkruien' plaatsgevonden.

Door Kohsiek & Mulder (1989) is verondersteld dat door de morfologische aanpassingen in de monding van de Grevelingen en het Haringvliet in de toekomst sprake zal zijn van een nieuw dynamisch evenwicht in de Voordelta.

Stroompatronen

In de Voordelta zijn kenmerkende verschillen tussen het stromingspatroon in de monding van de Haringvliet, de monding van de Grevelingen en de overgang van de monding Grevelingen Oosterschelde.

De getijdenstroming in de mondingen van de Grevelingen en het Haringvliet volgt de stroming op de Noordzee. Tijdens vloed stroomt het water via de zuidzijde naar binnen en via de noordzijde weer naar buiten. Tijdens kentering keert dit patroon om. De hoogste stroomsnelheden treden op in de getijdengeulen. De stroomsnelheden in de mondingen van het Haringvliet en de Grevelingen zijn beduidend lager dan in de Oosterscheldemonding. Tijdens extreem hoge rivierafvoeren via de spuisluizen in het Haringvliet verandert het stroombeeld in de monding tijdelijk sterk.

Het patroon van de getijstromingen in de Oosterscheldemonding is veel complexer dan in de mondingen van het Haringvliet en de Grevelingen.



De oorzaak voor dit verschil is de interactie tussen de stroming op de Noordzee en de stroming in- en uit de Oosterschelde. Handvat voor de beschrijving is het geschematiseerde model van Sha & van den Berg (1993), waarin een aantal karakteristieke fasen in het getij worden onderscheiden. Deze fasen in het getij zijn gerelateerd aan het optreden van de kenteringen op de Noordzee en in de zeearmen. Het getij op de Noordzee en in de zeearmen is ongeveer 3 uur uit fase. Het gevolg is dat tijdens de kentering op de Noordzee het water nog maximaal hard stroomt in de zeearmen, terwijl tijdens de kentering in de zeearmen het water op de Noordzee maximaal hard stroomt. Omdat tijdens een getijcyclus twee kenteringen optreden op de Noordzee (van eb naar vloed en omgekeerd) en twee in de zeearmen, worden vier fasen onderscheiden. In Alkyon (2006a) worden deze fasen uitgebreid beschreven. Een belangrijk gevolg van het stromingspatroon in de Oosterscheldemonding is, dat het de vorming van een breed uitwaaiend geulenstelsel bevordert.

Sedimenttransport

Na de afsluiting van de Grevelingen en het Haringvliet zijn in deze buitendelta's relatief hoge zandbanken ontstaan. De zandbanken in de buitendelta van de Oosterschelde zijn niet zo hoog, maar wel beweeglijk. De dynamiek en ontwikkeling van de hoogte van de zandbanken hangen af van vier fysische processen (Koshiek & Mulder, 1989):

- golfasymmetrie: landwaarts gericht sedimenttransport;
- onderstroom: zeewaarts gerichte retourstroom van water en sedimenttransport door het waterstandverhang in de brekerszone;
- getijdenstroming: de land- en zeewaarts gerichte getijdestroming en het resulterende sedimenttransport, waarvan de nettorichting afhangt van stromingssterkte en -richtingen;
- bodemhelling: zeewaarts gericht transport hellingafwaarts onder invloed van de zwaartkracht.

Een verandering in de balans van deze processen leidt tot veranderingen van de sedimenttransporten en van de morfologie. Na de afsluiting van de

zeearmen is een steilere helling van de vooroever ontstaan, die leidt tot een nieuw evenwicht tussen de landwaarts gerichte sedimenttransporten veroorzaakt door golfasymmetrie en de zeewaarts gerichte transporten als gevolg van onderstroom en bodemhelling. Ook de bijdrage van de getijstroming, die na afsluiting een geheel ander verloop heeft, is in de nieuwe situatie in balans.

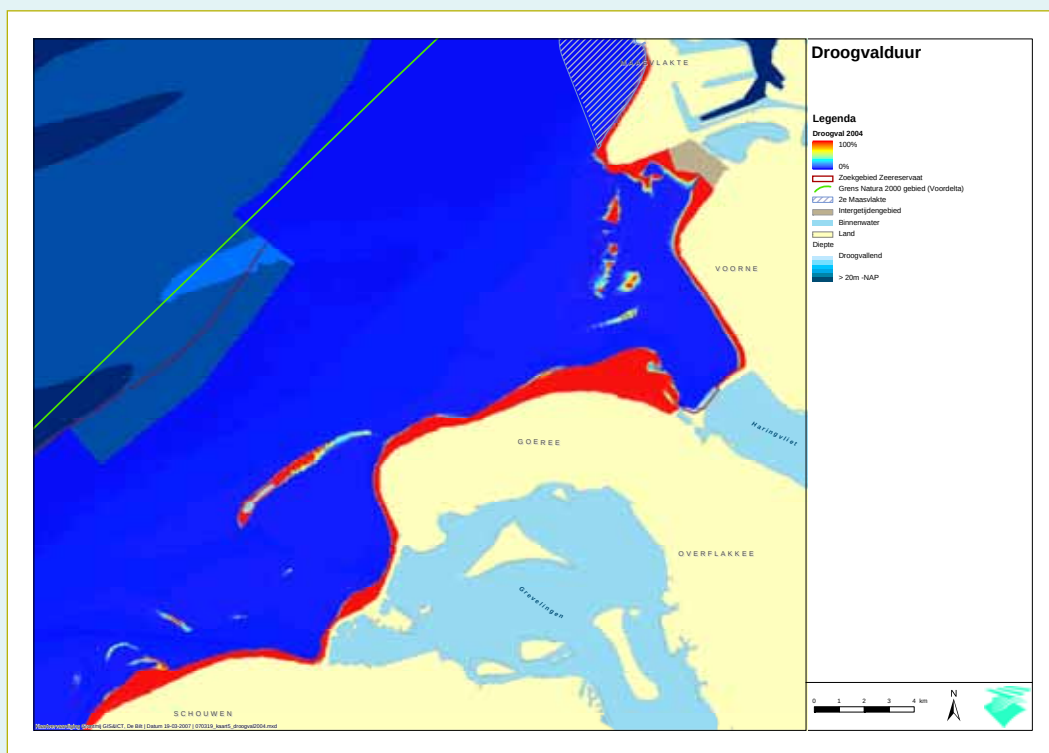
Evenwichtsligging kustlijn

De kenmerkende trechtervorm van de kustlijnen rond de mondinggebieden leveren een reeks scherpe eilandkoppen of -punten op. Ten noorden ('boven') deze eilandpunten heeft de kustlijn een zuidwest-noordoost richting en ten zuiden ('onder') een zuidoost-noordwestrichting. Deze vorm en richting is waarschijnlijk gerelateerd aan de evenwichtsligging van de kustlijn ten opzichte van de golfaanval en de golfgedreven sedimenttransporten (Steijn & Roelvink, 2001). Aan de eilandpunten wordt vanaf de ondiepten (de kenmerkende 'bollen') sediment aangevoerd en dit wordt langs de kusten afgevoerd door het golfgedreven sedimenttransport. Dit mechanisme bepaalt, samen met erosie, de vorm van de kustlijn. Als gevolg van erosie kunnen getijdengeulen zich namelijk soms landwaarts verplaatsen.

Sedimentsamenstelling

De sedimentsamenstelling van de bodem van de Voordelta is afhankelijk van de fysische processen aan de bodem, de aanvoer van sediment en de samenstelling van de ondergrond (geologie). Voor de fysische processen geldt ruwweg dat hogere energetische condities (hoge stroomsnelheden of brekende golven) betekenen dat op de bodem grover sediment wordt aangetroffen. Het grofste zand wordt dan ook gevonden op de bodems van geulen waar hoge stroomsnelheden optreden en op stranden en banken waar golven breken. Fijn sediment (fijn zand en slib) wordt aangetroffen op platen in luwtegebieden, op slikken en schorren en in geulen met lage stroomsnelheden.





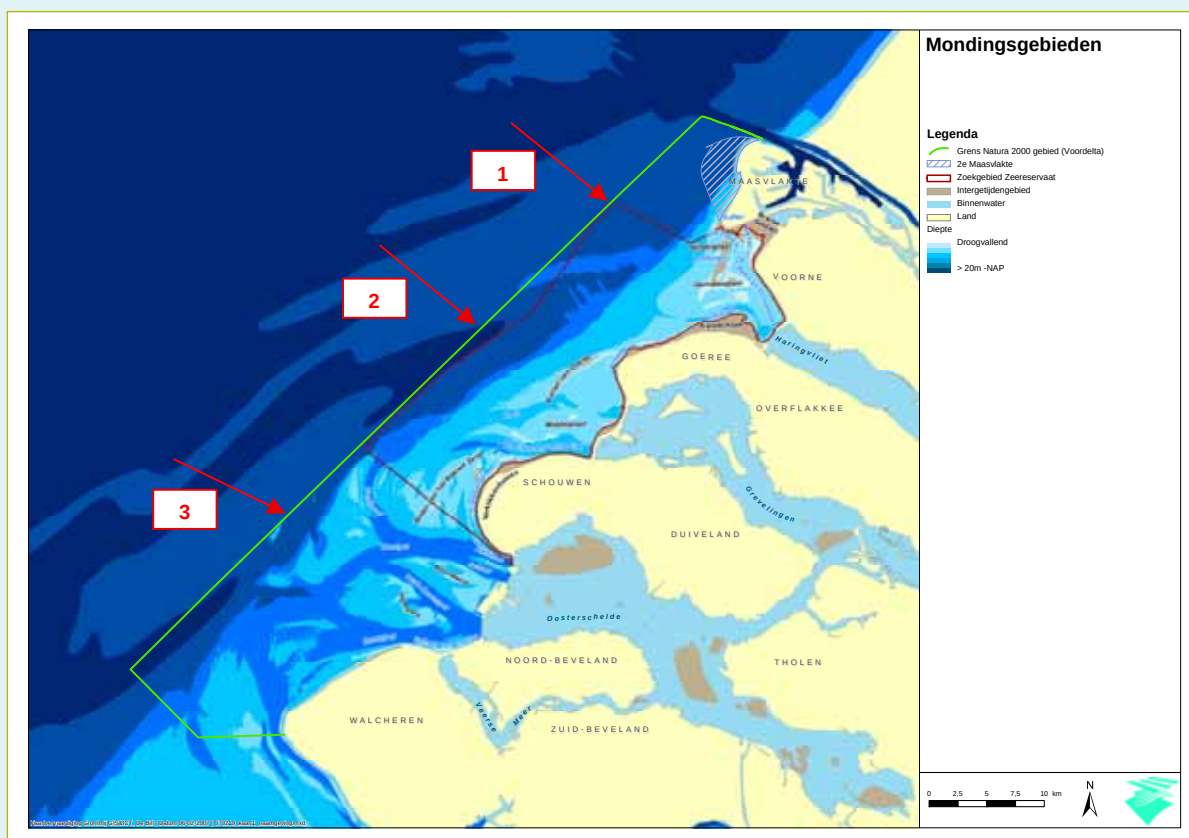
Kaart 3.2: Droogvalkaart 2004

Droogvalduur

In de Voordelta worden geulen gescheiden door ondiepten en intergetijdeplaten. Het merendeel van het gebied ligt vrijwel permanent onder water. Relatief kleine delen van de ondiepten vallen droog bij laag water en enkele delen blijven droog bij gemiddelde hoogwaters. Om de natuurwaarde van het geplande Zeereservaat in kaart te brengen en de ontwikkeling ervan te kunnen volgen, is de droogvalduur van de verschillende gebieden een belangrijk gegeven. De lengte van de droogvalduur bepaalt immers hoe lang de vogelsoorten tijd hebben om hun voedsel te vinden of te rusten. Kaart 3.2 toont de droogvalkaart 2004. Op deze kaart is de droogvalduur in kleur weergegeven, oplopend van 0% (blauw; altijd onder water) naar 100% (rood, altijd boven water). De droogvalduur is berekend uit de gemeten bodemligging en waterstanden (Stoorvogel & Habets, 2006).

Saliniteitsverdeling

De saliniteit van de Voordelta wordt bepaald door de aanvoer van zoet water vanuit de rivieren dat zich mengt met noordzeewater. Scheldewater wordt via de Westerschelde afgevoerd en Rijn- en Maaswater bereikt het gebied via de Noordzee vanuit de Nieuwe Waterweg en direct vanuit het Haringvliet. Vanaf deze zoetwaterbronnen in het gebied ontstaat een gradiënt met lage saliniteit in de Haringvlietmonding en Nieuwe Waterweg en toenemende saliniteit verder van deze zoetwaterbronnen af. De rivierafvoer varieert in de tijd, zodat de saliniteit in het gebied variabel is. Zeer lage waarden treden op in de monding van het Haringvliet, wanneer veel rivierwater wordt gespuid via de Haringvlietssluisen.



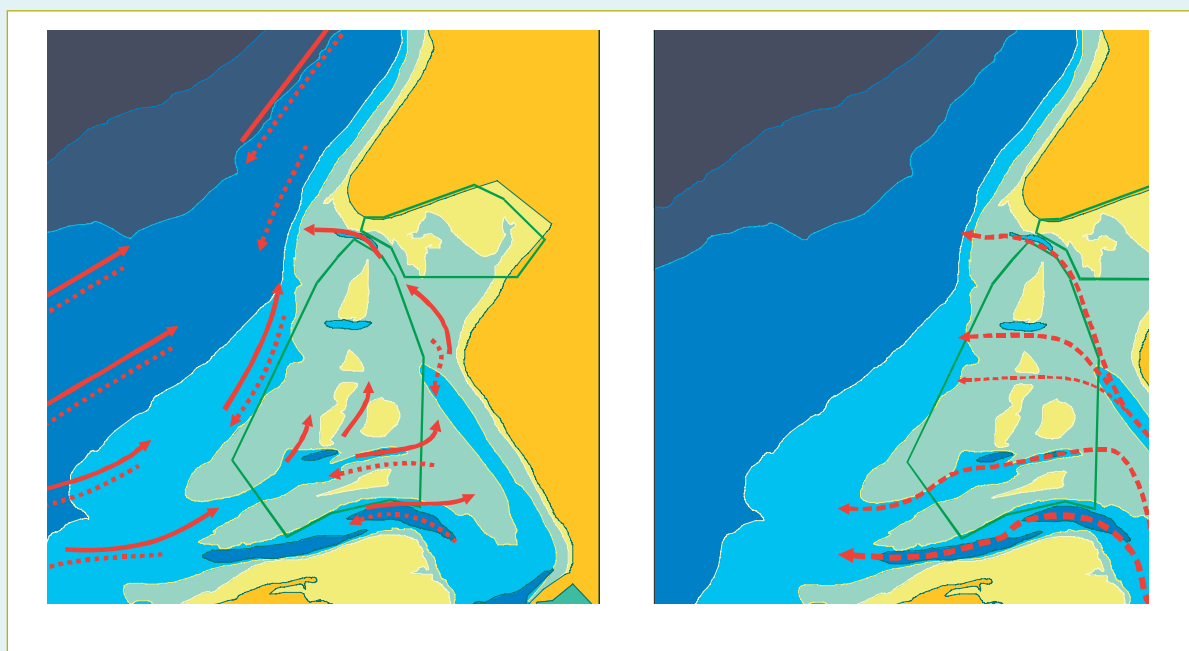
Kaart 3.3: De Haringvlietmonding(1), de Grevelingenmonding(2) en de overgang van de Oosterscheldemonding(3) naar de monding van de Grevelingen

3.2 Gedetailleerde beschrijving per mondingsgebied

In de volgende drie paragrafen wordt ingezoomd op de drie mondingsgebieden. Op basis van de gebiedskennis en kennis van morfodynamische mechanismen worden in deze paragraaf beschouwingen gepresenteerd van de mogelijk toekomstige ontwikkelingen. De morfologische ontwikkelingen worden beschreven aan de hand van de bodemligging tot 2004 en de daarvan afgeleide sedimentatie-erosiekaarten. Op basis van kennis van de sturende mechanismen wordt beredeneerd of deze ontwikkelingen zullen doorzetten of niet. Veranderingen in de snelheid van zeespiegelstijging en klimaatsveranderingen (toename van stormen, veranderingen in de aanvoer van rivierwater) zijn buiten beschouwing gelaten. Verder wordt kort stilgestaan bij de effecten van nieuwe ingrepen, zoals

het toelaten van getijdewerking in het Haringvliet en de aanleg van de Tweede Maasvlakte.

Bij de beschrijving van de mondingsgebieden zijn bestaande numerieke modelsimulaties van het gebied gebruikt om de kennis van de sturende mechanismen te onderbouwen, maar niet voor uitspraken over de morfologische ontwikkelingen. De numerieke modelsimulaties laten daarvoor nog een te grote spreiding zien rond de voorspelde morfologie (Steijn et al., 2001; Dam, 2004).



Kaart 3.4: Schematische weergave van de getijdestroming (links) en zoetwaterafvoer en de stroming tijdens het spuien van grote volumes zoetwater uit de sluizen (rechts), in de monding van het Haringvliet (lijnen vloed, stippellijnen eb)

3.3 Morfodynamiek in de monding van het Haringvliet

3.3.1 Globale beschrijving

De buitendelta van het Haringvliet is een relatief ondiep gebied, ongeveer de helft van het gebied ligt tussen NAP –5 m en NAP –2,5 m. De namen van de geulen en platen staan in kaart 3.3. De belangrijkste en grootste geul in de monding van het Haringvliet is het Slijkgat, dat de uitstroomopening van de Haringvlietssluzen verbindt met de Noordzee. Kleinere getijdengeulen zijn het Hindergat, de Middengeul en het Rak van Scheelhoek. Aan de zeezijde van de monding ligt de Hinderplaat. Meer richting land ligt de Garnalenplaat die door de Middengeul in een noordelijke en zuidelijke plaat is verdeeld. In het noordoosten liggen de Westplaat en de Slikken van Voorne. Dit is het enige slik- en schorgebied in de Voordelta. De Kwade Hoek is een strandvlakte- en strandwallencomplex ten zuiden van het Slijkgat. Dit gaat naar het westen over in het strand van Goeree.

Het Haringvliet is vanaf de vijftiger jaren diverse keren door menselijk ingrijpen beïnvloed. De grootste ingreep was de aanleg van de Haringvlietssluzen en –dam, deze dam stopte de getijdenstroming van en naar het Haringvliet. Na de afsluiting in 1970 zijn de stroomsnelheden in de monding zeer sterk afgenomen. De aanleg van het baggerspeciedepot de “de Slufter” heeft de noordelijke helft van het mondinggebied sterk beïnvloed. Door de aanleg van de Tweede Maasvlakte en de Slufter is de monding afgeschermd voor golven vanuit het noorden. Vanaf het Slufterstrand in het noorden wordt zand aangevoerd naar de monding van het Haringvliet.

De waterbeweging in de Haringvlietmonding wordt bepaald door het noordzeegetij. In de monding is een rondstroming ontstaan (van der Spek, 1987; Tönis et al., 2002). Het water stroomt het mondinggebied in via het Slijkgat en stroomt het gebied uit door het Hindergat en vice versa na kentering (kaart 3.4, links). Het Hindergat is in 1986 aangelegd ter vervanging van het Gat van Hawk, dat destijds werd afgesloten bij de aanleg van de Slufterdam. Tijdens afgaand water en laagwater



stroomt het spuiwater van het Haringvliet door het Slikgat naar zee. Bij grote spui volumes (meer dan 4000 m³/s; van Vessem, 1998) stroomt het spuiwater over het hele mondinggebied uit (kaart 3.4, rechts).

De aanleg van de Haringvlietsluizen en -dam heeft een ingrijpend effect gehad op de aanvoer van zoet water naar de monding van het Haringvliet. Voor de afsluiting van het Haringvliet vond de menging van zoet en zout water plaats in het Haringvliet. De saliniteit in de monding varieerde met de aanvoer van het rivierwater, maar de schommelingen waren beperkt. Na de aanleg van de sluizen ligt de scherpe overgang van zoet naar zout water bij de Haringvlietsluizen. Afhankelijk van de aanvoer van zoetwater wordt, onder vrij verval, meer of minder zoet water gespuid op de monding van het Haringvliet. Bij kleine spui volumes wordt in de monding een lage saliniteit aangetroffen bij de Haringvlietsluizen. Bij toenemende spui volumes breidt het gebied met lage saliniteit zich uit. Bij zeer hoge afvoeren is het gehele mondinggebied tijdelijk zoet.

3.3.2 Morfologie van de Haringvlietmonding

De Hinderplaat, aan de noordwestzijde van de Haringvlietmonding, is een van de weinige intergetijdenplaten - zandplaten die tijdens laagwater droogvallen - in de Voordelta. Een klein deel van de Hinderplaat ligt zelfs boven het gemiddelde hoogwater, zodat deze ook tijdens hoogwater droog blijft. Alleen bij hoogwater tijdens springtij en gedurende stormen staat de Hinderplaat geheel onder water. Feitelijk bestaat de plaat uit drie grote zandplaten, die in elkaars verlengde liggen en worden onderbroken door twee relatief kleine getijdengeultjes. In de directe omgeving van de Hinderplaat liggen de noordelijke en zuidelijke Garnalenplaat, de ondiepten land- en zeewaarts van de Hinderplaat, de Middengeul en het Bokkegat. De ondiepten en beide Garnalenplaten vallen niet droog bij gemiddeld getij. Ten noorden van de Hinderplaat ligt het Hindergat en ten zuiden van de Garnalenplaten het Slikgat. De ligging van deze getijdengeulen varieert.

De Hinderplaat is direct na de aanleg van de Haringvlietsluizen sterk in omvang en hoogte toegenomen en landwaarts verplaatst. De hoogtetoe-name van de Hinderplaat is het gevolg geweest van de opbouwende golfgedreven sedimenttransporten. Deze ontwikkeling is gestuurd door de relatieve afname van de getijdenstroming ten opzichte van de golfgedreven sedimenttransporten.

De bodem van de Haringvlietmonding is voornamelijk zandig. De Hinderplaat en het Slikgat hebben bijvoorbeeld een zandrijke bodem (0-5% slib), met korrelgroottes in de klassen 125-200µm (van Vessem, 1998). Op de Westplaat en de Slikken van Voorne is het sediment opvallend grof. Zeer fijn en slibrijk sediment (klassen 0-125µm, meer dan 5% slib) wordt gevonden in het voormalige Rak van Scheelhoek en in de luwte van de Slufter. Deze gebieden beslaan slechts een klein oppervlak van de monding.

Het Brielse gat, Westplaat en Slikken van Voorne liggen in het noordoosten van de monding van het Haringvliet. Het gebied wordt begrensd door de Slufter, de Brielse Gatdam, de noordwestkust van Voorne en zeewaarts door de Hinderplaat en het Rak van Scheelhoek. De monding van het voormalige Brielse Gat is na de afsluiting grotendeels opgevuld met sediment, zodat het tegenwoordig een intergetijdengebied is. Een deel van het gebied is zo hoog geworden dat er kweldervegetatie is gevestigd. Over de ecologische en morfologische ontwikkelingen van het gebied is uitgebreid gerapporteerd (van Vessem, 1996; Vertegaal, 1997; van Holland, 2002).

De verondieping van het Brielse Gat is gestart na de afsluiting van de Brielse Maas (1950) en de aanleg van de Brielse Gatdam (1966). De stroming in het gebied is door de aanleg van de dam geheel weggefallen, zodat sediment op deze locatie kon bezinken. Na de aanleg van de eerste Maasvlakte ontstond ter hoogte van de Brielse Gatdam een strandhaak, waarschijnlijk van sediment dat afkomstig was van de westelijke kustlijn van de eerste Maasvlakte. Na de aanleg van de Slufter in 1986-1987 is het proces van verondieping versneld. De





Voordelta © CSO Bunnik

zandaanvoer door golfgedreven transporten heeft geresulteerd in het ontstaan van een strandhaak vanaf de zuidwestpunt van de Slufter. De combinatie van deze strandhaak met de Slufter en de Hinderplaat schermt het achterliggende gebied af van directe golfwerking en heeft als het ware een kleine baai gecreëerd. Deze baai wordt ieder getij gevuld en geleidigd via een kleine getijdegeul die het gebied 'inkrult'. In de noordoost- en zuidoost-hoeken van het gebied zijn kwelders ontstaan, respectievelijk de Westplaat en Slikken van Voorne genoemd. Langs de noordwestkust van Voorne wordt zand aangevoerd en afgezet in lange zandbanken, die een kleine hoek met de kust maken. Het proces van opbouw van het intergetijdengebied in het Brielse Gat is geheel anders dan de opbouw van de Hinderplaat. Het gebied wordt opgehoogd door de aanvoer van sediment met de getijdenstroming. Golfwerking breekt deze platen af. De combinatie van beide processen houdt een dynamisch evenwicht van de hoogte in stand. De Hinderplaat daarentegen is een door golven opgeworpen bank. Het Brielse Gat kan worden beschouwd als een min of meer autonoom deelgebied van de monding

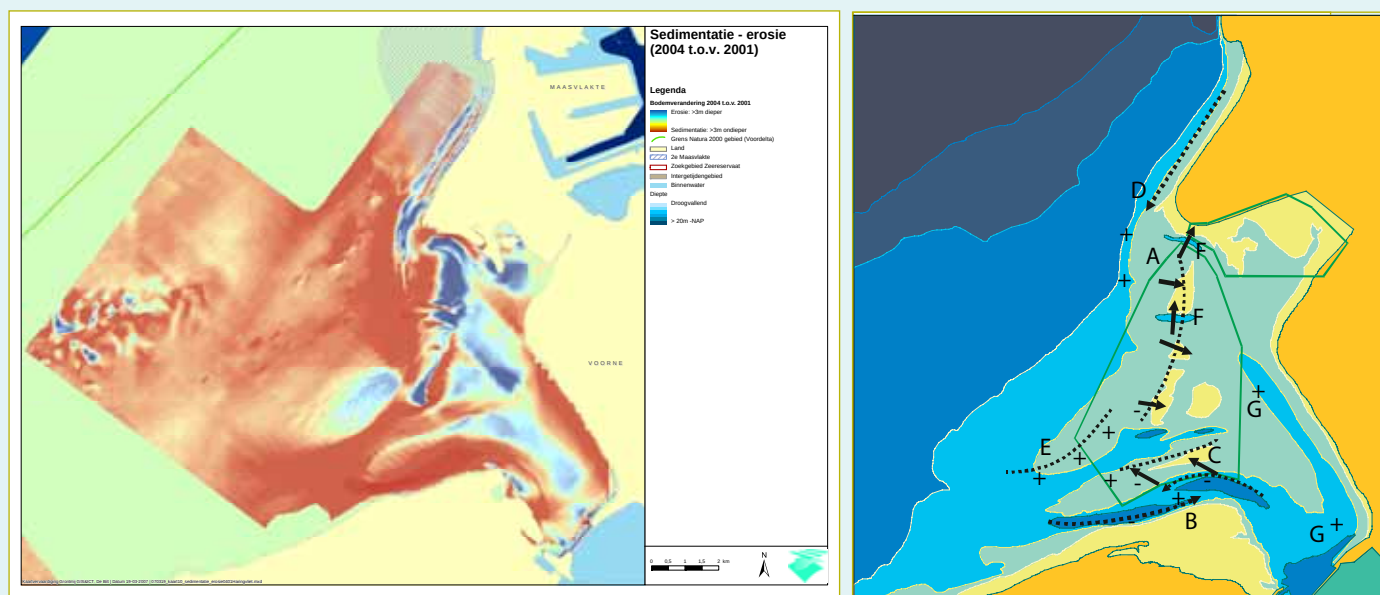
van het Haringvliet. Zand bereikt het gebied langs de strandhaak vanaf de Slufter en langs de noordwestkust van Voorne, door golfgedreven sedimenttransport. Onder normale omstandigheden, dat wil zeggen bij gemiddelde waterstanden en golven, zal dit zand niet het intergetijdengebied bereiken. Via de kleine getijdegeul kan fijn sediment het gebied binnenkomen, dat op de platen kan worden afgezet. Naarmate het gebied hoger komt te liggen wordt steeds minder sediment aangevoerd en gaat de opslibbing langzamer. Bij storm met hogere waterstanden en zwaardere golven kan meer sediment het gebied bereiken dan onder rustige condities. Anderzijds verhinderen deze hoog energetische omstandigheden het bezinken van sediment, zodat de sedimentatie ook onder stormcondities beperkt zal zijn.

Na de afdamming van het Brielse Gat, de afsluiting van het Haringvliet, de aanleg van de Maasvlakte en het baggerspeciedepot de Slufter is in de monding nog geen nieuw evenwicht bereikt. Uitgaande van de huidige sedimentatiesnelheid kan de ontwikkeling nog lange tijd doorgaan. In een eerdere publicatie (van Vessem, 1998) is gesteld dat 40 tot 80% van de door de afsluiting veroorzaakte ontwikkeling heeft plaatsgevonden. Het Rak van Scheelhoek, de Westplaat en de Slikken van Voorne zijn het dichtst bij een nieuwe evenwichtssituatie.

Het netto effect van de ontwikkelingen in de monding van het Haringvliet is een netto sedimentatie, een toename van het areaal diep water (beneden NAP – 4 m), een afname van het areaal ondiep water en een verdubbeling van het oppervlak intergetijdengebied (boven GLW) tot circa 13 km².

Het effect van baggerwerkzaamheden en supplementies (kustonderhoud) op de morfologische ontwikkeling van de monding van het Haringvliet is lokaal en relatief klein ten opzichte van de grote dynamiek van het gebied. De netto sedimentatie is klein ten opzichte van de bruto sedimenttransporten.





Kaart 3.5: Schematische weergave van de morfologische ontwikkelingen in de monding van het Haringvliet aangegeven op de sedimentatie-erosiekaart 2004 - 2001 (links) en de bodemligging 2004 (rechts). In de tekst staat uitleg van de letters.

3.3.3 Morfologische ontwikkelingen nu en in de toekomst

De verwachte morfologische ontwikkelingen in de monding van het Haringvliet zijn weergegeven in kaart 3.5. Om een idee te geven van de bodemontwikkeling waarop de verwachtingen gebaseerd zijn, is niet alleen de bodemligging van 2004 weergegeven, maar ook de sedimentatie-erosiekaart 2004 – 2001. In de uitleg hieronder corresponderen de letters achter de kopjes met de letters in kaart 1.5.

'Opkruien' en verplaatsing van de Hinderplaat (A)

Door het landwaarts gerichte golfgedreven sedimenttransport verplaatst de Hinderplaat richting land. Deze ontwikkeling is tot op heden duidelijk zichtbaar in de erosie-sedimentatiekaarten. Het 'opkruien' van de Hinderplaat zal voor het noordelijke deel waarschijnlijk doorgaan met een snelheid van orde 30 m/j (bandbreedte 20 – 40 m/j). In het zuiden wordt de verplaatsing beperkt doordat de Hinderplaat tegen de Garnalenplaat 'aanloopt'. Dit zal binnen 5 tot 10 jaar gebeuren. Ongeveer 10 jaar

hierna ontstaat een veel omvangrijker aaneengesloten plaatgebied.

Het areaal intergetijdengebied is sinds de jaren tachtig afgenomen van ruim 1,7 km² tot ongeveer 1,0 km². Deze afname zal waarschijnlijk doorzetten. De afname wordt enigszins gecompenseerd door de toename van het intergetijdengebied op de zuidelijke Garnalenplaat met 0,2 km².

De maximale hoogte van het zuidelijke deel van de Hinderplaat is tot begin jaren negentig toegenomen en daarna weer afgenomen. Het noordelijke deel van de Hinderplaat vertoont recent een toename van de hoogte. Bij de laatste opname (2004) bleek het noordelijke deel van de Hinderplaat hoger dan het zuidelijk deel, terwijl dit in 1992 juist andersom was. Het is vooralsnog onduidelijk of deze recente ontwikkelingen in de toekomst op deze manier door zullen gaan.

Verplaatsing en ontwikkeling eb- en vloed-schaar Slikgat (B)

In het Slikgat zijn twee bochten ontstaan. De bocht naar het noorden ter hoogte van de oostpunt van de Kwade Hoek, schuurt verder uit naar het



noorden. De uitschuring valt samen met de locatie waar de strandvlakte Kwade Hoek sterk is uitgebouwd. De bocht naar het zuiden, bij de westelijke grens van het natuurgebied Kwade Hoek, is redelijk stabiel. Tussen beide bochten in vindt sedimentatie plaats, zodat hier een nieuwe drempel ontstaat. Deze ontwikkeling kan leiden tot een fundamentele verandering in de vorm van het Slijkgat (splitsing in eb- en vloedscharen).

De noordwaartse uitbouw van de kust van noord Goeree verloopt sneller dan de verplaatsing van het diepste deel van de geul. Bij de Kwade Hoek wordt deze ontwikkeling deels gecompenseerd door het noordwaarts opschuiven van de zuidelijke Garnalenplaat. Meer naar het westen toe blijft de zuidelijke Garnalenplaat op zijn plaats. Het resultaat is dat het Slijkgat min of meer wordt 'geknepen' tussen kust en plaat. Ondertussen verdiept de geul, waarbij het doorstroomoppervlak zelfs nog toeneemt. Het geulprofiel van het Slijkgat is door deze ontwikkelingen in de afgelopen tien jaar veranderd, van breed en ondiep naar smal en diep. De geulwanden zijn hierbij steeds steiler geworden.

De (geringe) toename van de dwarsdoorsnede van het Slijkgat kan nog iets doorzetten, evenals de verdere verplaatsing van de noordgerichte geulbochten met 21 m/j. Daarbij zal de eb- en vloedschaar meer geprononceerd worden, met een mogelijk ondiepere drempel. Op de wat langere termijn kan het Slijkgat zich wellicht splitsen, waarbij er een nieuwe geulconfiguratie ontstaat. Naar verwachting duurt dit nog tenminste tien jaar. Op langere termijn valt niet uit te sluiten dat de eerder genoemde drempel nog ondieper wordt, zodat extra onderhoudsbaggerwerk noodzakelijk kan worden.

Tijdens periodes met hoge spuidebieten van de Haringvlietssluisen hebben de grootste en snelste veranderingen van het Slijkgat en haar omgeving plaats (Steijn, 1997). Ook de vorming van een drempel verloopt dan sneller dan onder normale conditie. In welke jaren hoge rivierafvoeren met de bijbehorende hoge spuidebieten zullen optreden is niet voorspelbaar. Als gevolg van globale klimaatveranderingen wordt een toename van hoge rivierafvoeren voorzien (van de Hurk et al., 2006).

Sedimentatie en verplaatsing zuidelijke Garnalenplaat (C)

Op de zuidelijke Garnalenplaat, direct ten noorden van de buitenbocht in het Slijkgat, vindt sedimentatie plaats en neemt het areaal intergetijdengebied toe. Tot 1998 was sprake van een relatief snelle verplaatsing van de zuidelijke Garnalenplaat in noordelijke richting. Na 1998 nam de verplaatsingssnelheid af tot ruim 4 m/j. De verplaatsing van de zuidelijke Garnalenplaat, de verplaatsing van het Slijkgat en de uitbouw van de Kwade Hoek lijken gecorreleerd. De verplaatsing gaat de komende jaren door, met een snelheid van enkele meters per jaar. De snelheid is mede afhankelijk van de optredende spuidebieten.

Aanvoer van zand vanaf de Slufterkust (D)

De noordzeekust van de Slufter is 'zacht', dat wil zeggen dat er een strand en vooroever van zand zijn aangelegd. Een deel van het zand van het Slufterstrand en de vooroever wordt naar het zuiden getransporteerd, naar de monding van het Haringvliet. In sedimentatie-erosiekaarten van de bodemligging is te zien dat een deel van dit zand in eerste instantie is afgezet in de vorm van een ebschild voor het Hindergat en in tweede instantie als een ebschild voor het Gat van de Deur. De uitbouw vanaf de Slufter zal zich steeds verder naar het zuiden toe uitstrekken. Daardoor wordt de uitstroming van het Hindergat bemoeilijkt (grotere lengte). Op termijn (5 – 15 jaar) kan dit het Hindergat veranderen in een geul waar geen water meer doorstroomt. Tegen die tijd zullen andere geulen in het gebied in volume zijn toegenomen, bijvoorbeeld het huidige Gat van de Deur.

Opbouw en verplaatsing zuidelijke Hinderplaat (E)

In de sedimentatie-erosiekaarten van de afgelopen jaren is een sedimentatiegebied zichtbaar in het zuidwestelijke verlengde van de Hinderplaat. De sedimentatie is een combinatie van de opbouw van een zandbank en de landwaartse verplaatsing daarvan over het Bokkegat heen.

De geobserveerde trend van landwaartse verplaatsing met 91 m/j van de zuidelijke Hinderplaat lijkt voor de komende jaren lineair te mogen worden





geëxtrapoleerd, ook in de nabije toekomst zal de verplaatsing dus waarschijnlijk 91 m/j zijn. De verplaatsing kan doorgaan totdat de Middengeul en het Bokkegat als geulen zijn verdwenen en de zuidelijke Hinderplaat en de zuidelijke Garnalenplaat zich samenvoegen. Dan ontstaat een nieuwe situatie.

Door de ontwikkelingen van de Hinderplaat, de zuidelijke Garnalenplaat en de zuidelijke Hinderplaat, blijft er steeds minder ruimte over voor de geulen Bokkegat en Middengeul. Het doorstroomoppervlak van beide geulen is de afgelopen jaren ruwweg gehalveerd. Het is waarschijnlijk dat deze ontwikkelingen doorzetten, zodat de Middengeul en het Bokkegat over 5 tot 10 jaar zijn verdwenen. De toename afvoer van water naar de monding zal daarna vermoedelijk vooral via het Slikgat en de nieuwe geulen over de Hinderplaat plaatsvinden.

Laterale verplaatsing geulen (F)

De geulen door de Hinderplaat en het Hindergat kunnen in zijwaartse richting verplaatsen en in grootte toe- en afnemen. Ook kunnen nieuwe geulen ontstaan. Sedimentatie-erosiekaarten van de afgelopen jaren laten zien dat het Hindergat een redelijk stabiele positie tegen de zuidwestpunt van de Slufter heeft bereikt. Het Gat van de Deur, dat is ontstaan in 1993, kan vrij bewegen, maar lijkt ook redelijk stabiel te zijn. De eventuele verplaatsing van de geulen wordt veroorzaakt door een optelsom van processen, waar van de aansturing door de getijdestroming (met name eb), het uitbochten van de geulen en de aanvoer van sediment de belangrijkste zijn. Vanwege de schaal van deze geulen is een voorspelling van posities en omvang niet op een termijn van jaren te geven.

Sedimentatie Rak van Scheelhoek (G)

De voormalige getijdegeul Rak van Scheelhoek is sinds de afsluiting van het Haringvliet grotendeels opgevuld met sediment. In de sedimentatie-erosiekaart 2004-2001 is dit patroon niet zo duidelijk als in de voorgaande jaren, maar verondersteld wordt dat in het gebied ook de komende jaren nog sediment zal worden afgezet. De verondieping zal

wel steeds minder snel gaan omdat het nieuwe evenwicht steeds dichterbij wordt benaderd.

Verondieping van het Brielse Gat (H)

Na de aanleg van de Brielse Gatdam en de daaropvolgende ingrepen in de monding van het Haringvliet en aangrenzende kust is het Brielse gat opgevuld met sediment en is steeds meer inter- en supragetijdengebied ontstaan. De sedimentatie en de toename van het areaal intergetijdengebied verliep snel tot 1989 en is daarna afgenomen. Extreme condities, zoals ZW-stormen, kunnen hier tijdelijk een trendbreuk in veroorzaken.

Kusterosie Voorne (I)

Langs de gehele kust van Voorne, dus zowel aan de noordwest- als aan de zuidwestzijde vindt erosie plaats van het strand en de duinen. Deze erosie is het duidelijkst merkbaar op de punt van Voorne. Door het uitvoeren van zandsuppleties op het strand wordt de erosie gecompenseerd. De aanpak van de Zwakke Schakel Voorne kan de dynamiek van de kustlijn veranderen.

3.3.4 Externe ontwikkelingen

De toekomstige ontwikkeling van de Haringvlietmonding zal mogelijk worden beïnvloed door de aanleg van de Tweede Maasvlakte (Berkenbosch et al., 2007) en het gedeeltelijke herstel van de getijdewerking in het Haringvliet (zie ook van Vessem, 1998). De numerieke modelsimulaties van deze ingrepen en van de autonome ontwikkelingen in het gebied laten vooral zien dat een grote variatie optreedt in de voorspelde morfologie (Steijn et al., 2001; Dam, 2004).

Het toelaten van beperkte getijdewerking in het Haringvliet betekent voor de getijdestroming geen terugkeer naar de situatie van vóór de aanleg van de dam en de spuisluizen. De toename van het getijvolume is beperkt, door de kleine doorstroombopening en de sterke remming van de stroming door de sluisen. Al met al betekent dit dat zowel het getijvolume van de monding als de getijstrooming in de monding beperkt zullen toenemen.





Zandsuppletie © CSO Bunnik

Het stromingspatroon verandert waarschijnlijk niet wezenlijk ten opzichte van de huidige situatie. De veranderingen in het stromingspatroon zullen leiden tot beperkte geomorfologische aanpassingen van de monding. Voor het gebied betekent dit mogelijk enige erosie en verdieping in het Rak van Scheelhoek en behoud en mogelijk toename van het doorstroomoppervlak van het Hindergat en het Gat van de Deur.

Door het toelaten van een beperkte getijdenwerking in het Haringvliet verdwijnt de scherpe overgang van zoet naar zout ter hoogte van de sluizen. Wel zal de saliniteit in de monding blijven variëren afhankelijk van de hoeveelheid zoet rivierwater dat door het Haringvliet wordt afgevoerd.

Een toename van hoge rivierafvoeren door klimaatveranderingen heeft als belangrijk effect, dat de episodes met zeer lage saliniteit in de monding van het Haringvliet ook zullen toenemen.

De aanleg van de Tweede Maasvlakte heeft een beperkte invloed op de ontwikkeling van het gebied (Berkenbosch et al., 2007). In de huidige situatie wordt de monding al afgeschermd voor gol-

ven uit het noorden en noordwesten door de Slufter en dit verandert niet bij aanleg van de Tweede Maasvlakte. Effecten op de getijdenstroming in de monding zijn beperkt, zeker ten opzichte van de effecten van het herstel van getijdenwerking in het Haringvliet.

3.4 Morfodynamiek in de monding van de Grevelingen

3.4.1 Globale beschrijving

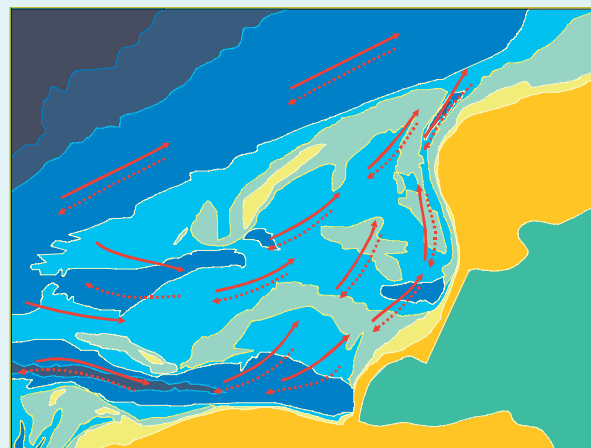
De monding van de Grevelingen is een ondiep gebied dat voor het grootste gedeelte tussen NAP –5 m en NAP –2,5 m ligt. De belangrijkste uitzondering is de getijdengeul Brouwershavensche Gat, met een diepte tot ruim NAP –10 m. Naast het Brouwershavensche Gat zijn Kous en de Schaar de belangrijkste getijdengeulen. De monding van de Grevelingen kent een aantal plaatsystemen, van



zuid naar noord zijn dat de Bollen van het Nieuwe Zand, een plaat zonder naam die de "Gloeierende plaat" is genoemd, Geerligts en Middelpaat, de Aardappelenbult en de Bollen van de Ooster. De hoogste plaat is de Bollen van de Ooster in het noordelijke gedeelte van de monding (maximale hoogte tussen 0,5 m onder en 0,5 m boven NAP). Na het gereedkomen van de Brouwersdam in 1971 zijn de stroomsnelheden op de buitendelta sterk afgenomen en wordt de waterbeweging bepaald door het noordzeegetij. De in- en uitgaande getijdenstroming veranderde in een rondstroming op de buitendelta (van der Spek, 1987). Het water stroomt het gebied in via het Brouwershavensche Gat en stroomt uit via de Schaar, en vice versa na kentering. In kaart 3.6 is dit weergegeven. De andere geulen verloren grotendeels hun watervoevende functie en verondiepten. Met name van Kous is weinig geul over.

Zoet water in de Grevelingenmonding is hoofdzakelijk afkomstig vanuit de Haringvlietmonding en de Nieuwe Waterweg. Alleen tijdens hoge afvoeren van rivierwater via de Haringvlietluizen treden duidelijk zoetere omstandigheden op in het gebied. De Grevelingen zelf is zout en derhalve geen bron voor zoetwater voor de monding. In vergelijking met de monding van het Haringvliet is de gemiddelde saliniteit hoger, zijn de afwijkingen van het gemiddelde kleiner en treden afwijkingen van het gemiddelde minder vaak op.

In tegenstelling tot de monding van het Haringvliet zijn van de monding van de Grevelingen geen recente gegevens beschikbaar van de bodemsamenstelling. Verondersteld wordt (Alkyon, 2006b) dat op sommige locaties, bijvoorbeeld direct zeewaarts van de Brouwersdam, slib is bezonken. De belangrijkste reden hiervan is de afname van de stroomsnelheden na de afsluiting van de Grevelingen. Deze ontwikkeling is vergelijkbaar met de situatie in de monding van het Haringvliet. Omdat het een lokale ontwikkeling betreft, en de stroomsnelheden en golfwerking op het grootste deel van de monding nog steeds sterk is, zal het merendeel van de bodem van de monding zandig zijn. Recente



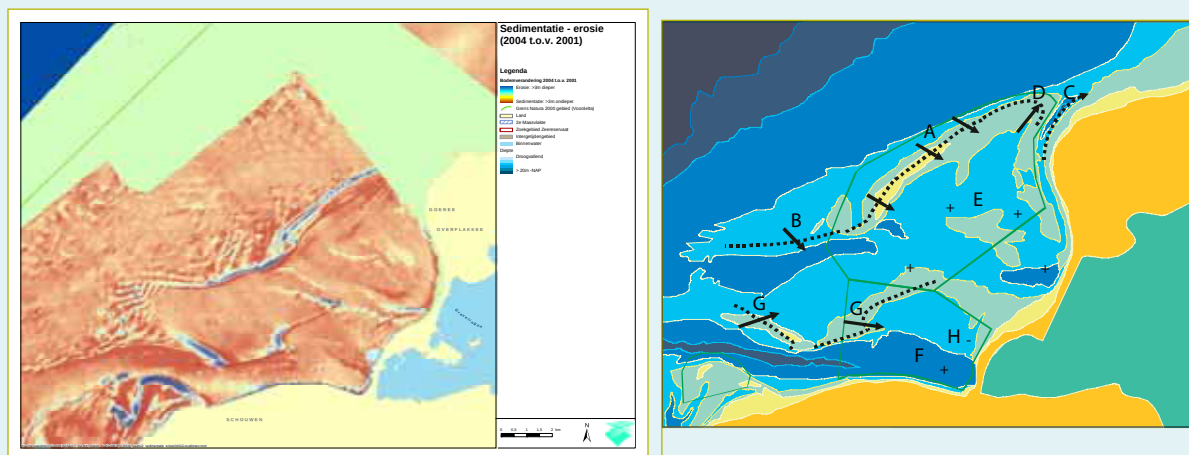
Kaart 3.6: Schematische 2-fase weergave van de getijdenstroming (doorgetrokken lijnen vloed, stippellijnen eb) in de monding van de Grevelingen.

gegevens om deze veronderstelling te valideren zijn echter niet voorhanden.

3.4.2 Morfologie van de Grevelingenmonding

De Bollen van de Ooster is de hoogste plaat in de monding. In tegenstelling tot wat de naam Bollen suggereert is tegenwoordig sprake van één langgerekte intergetijdenplaat. Deze langgerekte plaat lijkt zich als een lange strandhaak uit te strekken vanaf de kust van Goeree naar het zuidwesten, maar in tegenstelling tot een echte strandhaak wordt de Bollen van de Ooster van de kust gescheiden door de getijdengeul Schaar. Het gebied ten zuiden van de Bollen van de Ooster omvat een restant van de getijdengeul Kous en delen van de ondiepten Aardappelenbult en Middelpaat.

In dit gebied is het oppervlakte intergetijdengebied toegenomen na de afsluiting van de Grevelingen. Vanaf 1998 lijkt het oppervlakte intergetijdengebied te stabiliseren. Het huidige intergetijdenareaal beslaat 11 % van het gebied. De maximale hoogte van het gebied is toegenomen sinds 1972. De ondiepste delen liggen tegenwoordig op NAP +1 m, dit is de langgerekte plaat Bollen van de Ooster. De ontwikkeling van het gebied is direct gerelateerd aan de afsluiting van de Grevelingen. Na aanleg van de Brouwersdam is het front of de vooroe-



Kaart 3.7: Schematische weergave van de morfologische ontwikkelingen in de monding van de Grevelingen aangegeven op de sedimentatie-erosiekaart 2004 - 2001 (links) en de bodemligging 2004 (rechts). Zie de tekst voor uitleg van de letters.

ver van de buitendelta geërodeerd. In de jaren '60 vormde de buitendelta nog een vooruitstekende bult ten opzichte van de zeewaartse contour van het gebied, tegenwoordig lopen deze vrijwel parallel. Het geërodeerde sediment vormde ondiepe zandbanken en werd afgezet in de getijdengeulen. Een ander deel van het geërodeerde sediment van de vooroever is noordwaarts getransporteerd en afgezet in de monding van het Haringvliet.

In de periode 1970-1978 werden de Bollen van de Ooster snel ondieper van NAP -3.5 m tot NAP -0.5 m en verplaatsten landwaarts (Postma et al., 1990a). De landwaartse verplaatsing van de Bollen van de Ooster gaat tegenwoordig nog steeds door, maar met een lagere snelheid vanaf de jaren '80.

Na 1980 zijn de ondiepten met elkaar verbonden, in 1992 was sprake van één aaneengesloten plaat.

In het gebied aan de landzijde van de Bollen van de Ooster worden vanaf 1970 de restanten van de getijdengeulen opgevuld. Dit proces is nog steeds gaande. Op de oostelijke grens van het gebied is het geultje Schaar verschoven van de westpunt naar de noordwestpunt van Goeree.

Het Brouwershavensche Gat is de belangrijkste getijdengeul (in grootte en debiet) in de Grevelingenmonding. Na de afsluiting van de Grevelingen is het Brouwershavensche Gat verondiept en versmald. De ontwikkelingen zijn het gevolg van de afgenomen getijstrooming in het Brouwershavensche

Gat. De Geerligts en Middelpaats direct ten noorden van de geul liggen onder het gemiddelde laagwaterniveau en vallen niet droog.

3.4.3 Morfologische ontwikkelingen nu en in de toekomst

De verwachte morfologische ontwikkelingen in de monding van de Grevelingen zijn weergegeven in kaart 3.7, met zowel de bodemligging (rechts), als een sedimentatie-erosiekaart (links). De letters in de kaart corresponderen met de uitleg in de onstaande paragrafen.

Het 'opkruien', verondiepen en zuidwestelijke uitbouwen van de Bollen van de Ooster (A)

Door het landwaarts gericht golfgedreven sedimenttransport verplaatst de Bollen van de Ooster landwaarts. De verplaatsing is het grootst aan de zuidwestzijde van de plaat en minimaal aan de noordoostzijde. Door de verschillende verplaatsingssnelheden is sprake van een rotatie om de noordoostpunt van de Bollen van de Ooster. Naast de landwaartse verplaatsing heeft ook een verondieping van de Bollen van de Ooster plaatsgevonden. De verondieping verloopt met gemiddeld 4 cm/j voor het gehele gebied. In deelgebieden kan de ontwikkeling sneller verlopen. Ook het areaal



intergetijdengebied van de Bollen van de Ooster is toegenomen tot 1998 (maximaal ruim 2 km²), daarna heeft een kleine afname plaatsgevonden. Aan de zuidwestzijde is de plaat in periode 1989 tot 2001 ongeveer 1 kilometer langer geworden. In de periode 2001 tot 2004 is geen uitbouw zichtbaar naar het zuidwesten.

De geobserveerde verplaatsing naar de kust kan lineair worden geëxtrapoleerd. Dat geeft dan voor de komende jaren een verplaatsingssnelheid van 25 m/j aan de zuidwestzijde en 20 m/j aan de noordoostzijde. De toename van de hoogte van de Bollen van de Ooster zal afnemen, maar het is niet te voorspellen wat de maximale hoogte gaat worden en groot de oppervlakte van dat gebied zal zijn.

Verplaatsen Ooster en opvullen Kous (B)

In het zuidwestelijke verlengde van de Bollen van de Ooster is in de sedimentatie-erosiekaarten een gebied zichtbaar waar alleen sedimentatie optreedt. De getijdengeul Kous wordt opgevuld met sediment, omdat de geul zijn stroomvoerende functie voor een belangrijk deel kwijt is geraakt na de afsluiting van de Grevelingen. Het sediment wordt met de vloed en onder invloed van golven aangevoerd over de noordwestrand van de geul en sedimenteert daar. De achterzijde van de Ooster verplaatst met een vrijwel constante snelheid van 56 m/j over Kous.

De verplaatsing van de Ooster over Kous kan lineair worden geëxtrapoleerd voor de komende jaren.

Verruiming en verplaatsing Schaar (C)

In de periode 1989 tot 2004 is de getijdengeul Schaar duidelijk groter geworden en naar het noorden verplaatst, van een positie direct ten westen van de westpunt van Goeree naar een positie ten noordwesten daarvan. In de huidige situatie is Schaar dé verbinding tussen het gebied achter de Bollen van de Ooster en de Noordzee. Het doorstroomoppervlak is sinds eind jaren zeventig toegenomen. De maximale diepte van Schaar werd in 1998 bereikt, daarna is de geul ondieper geworden. De migratie van Schaar naar het noorden is eindig. Het is denkbaar dat de rol van Schaar in de toekomst wordt overgenomen door een nieuwe geul

ten zuidwesten van de huidige Schaar. Vanwege de grote dynamiek in dit gebied is het niet mogelijk om te voorspellen wanneer een "Nieuwe Schaar" zal ontstaan.

Ontwikkeling ondieptes rond Schaar (D)

Aan de oostzijde van de Bollen ligt in het verlengde daarvan een gekromde ondiepte. Deze dynamische "punt van de Bollen" vormt een klein vloedschild voor het water dat achter de Bollen langs, naar het noorden stroomt. Dit blijkt uit de vorm en richting van de megaribbels op de plaat en uit de erosie-sedimentatiepatronen.

De ontwikkelingen van dit gebied zijn gekoppeld aan die van de getijdengeul Schaar. Wanneer de stroming door Schaar moeilijker wordt, dan kan dit gebied een deel van de stroomvoerende functie overnemen en omgekeerd. Dit gebied zal zeer dynamisch blijven.

Sedimentatie en erosie achter de Bollen (E)

In het luwtegebied landwaarts van de Bollen treedt sedimentatie en erosie op. De erosie vindt plaats op de hogere delen en de sedimentatie op de diepere delen. Tezamen zorgt dit ervoor, dat het reliëf in het gebied steeds minder groot wordt. De afvlakking vindt plaats omdat na de afsluiting van de Grevelingen de getijdenstroming in het gebied is veranderd. De hoofdstroomrichting is gedraaid van noordwest-zuidoost vóór de afsluiting naar zuidwest-noordoost ná de afsluiting.

De vervlakking van het gebied zal de komende jaren naar verwachting doorgaan, zodat over 10 tot 30 jaar achter de Bollen van de Ooster een ondiepte met nog maar zeer weinig reliëf ligt.

Verondieping in het Brouwershavensche Gat en de voormalige Hompelgeul (F)

In de zuidoosthoek tegen de Brouwersdam verondiept het Brouwershavensche Gat. In de rest van de geul gebeurt weinig. De verondieping in de verlaten delen van de geulen wordt bepaald door de afsluiting van de Grevelingen. De stroomsnelheden en het debiet zijn na de aanleg van de Brouwersdam sterk afgenomen.





De opvulling van deze verlaten geulen zal de komende jaren doorgaan totdat er een (morfologisch) evenwicht is met het nieuwe debiet. De sedimentatie is min of meer constant en bedraagt gemiddeld bijna 1 miljoen m³/j.

Opschuiven banken Geerlincs en Gloeiende Plaat (G)

Rond de banken Geerlincs en de Gloeiende Plaat vindt erosie en sedimentatie plaats. Dit proces is waarschijnlijk geheel vergelijkbaar met het opvullen van Kous (B), onder invloed van de getijdenstroming over en de golfaanval op de banken. Geerlincs verplaatst naar het oosten en de Gloeiende Plaat naar het noordoosten. De hoogte en het areaal intergetijdengebied nemen de laatste jaren iets af. De verplaatsingssnelheid van Geerlincs zal de komende jaren ongeveer 9 m/j bedragen. Ook de afname van de hoogte met ongeveer 5 cm/j zal waarschijnlijk op dezelfde wijze doorzetten.

Verdieping ten noorden van het Brouwershavensche Gat (H)

Ten noorden van het Brouwershavensche Gat verdiepen de sub-getijdenplaten. Vóór de aanleg van de Brouwersdam scheidde deze intergetijdenplaat (destijds één van de Middelpaten) het Brouwershavensche Gat en de geul van Hompels. De verdieping is gekoppeld aan het veranderde stromingspatroon na afsluiting van de Grevelingen. De getijdenstroming trekt over dit gebied en is waarschijnlijk verantwoordelijk voor deze verandering. Of en hoe dit proces doorzet is op dit moment niet aan te geven.

3.4.4 Externe ontwikkelingen

Het waterbeheer van de Grevelingen is onderwerp van studie. Relatief kleinschalige ingrepen, zullen naar verwachting geen (grote) toename van debiet door de bestaande spuisluis tot gevolg hebben en dus geen morfologische effecten geven in de monding. Een relatief kleine ingreep is bijvoorbeeld het reactiveren van de bestaande (maar al 20 jaar niet actieve) "hevel" tussen Grevelingen en Oosterschelde.



Megaribbels bij de monding van de Oosterschelde © Joost Bergsma

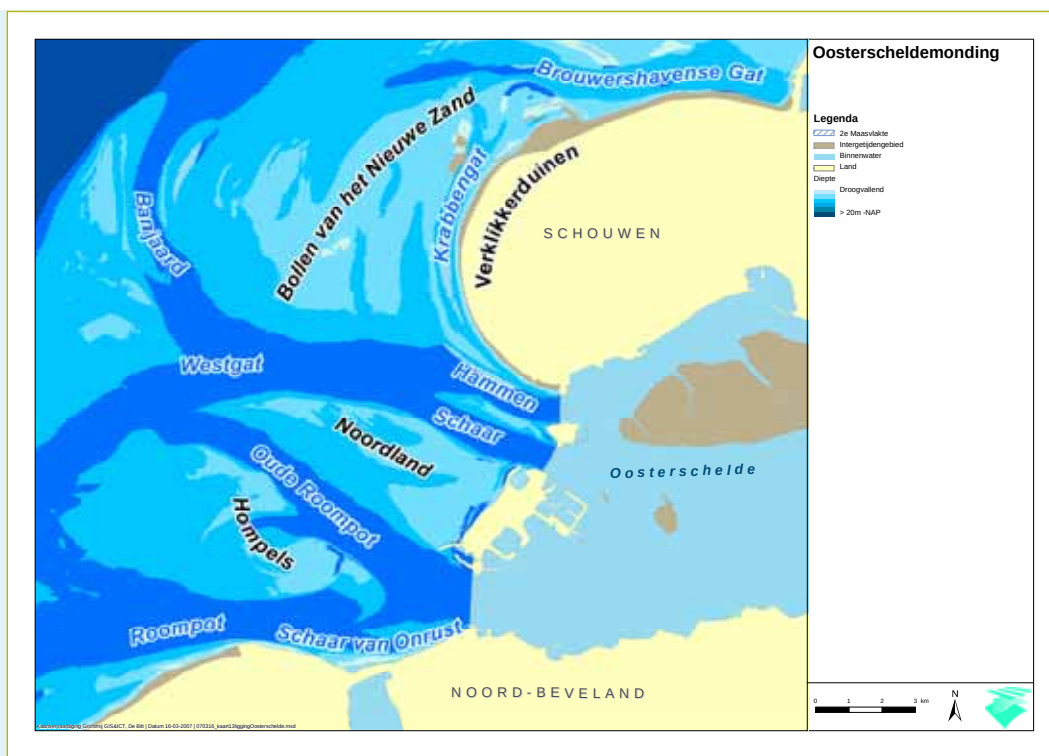
Het herstel van de verbinding tussen Grevelingen en Grevelingenmonding behoort tot de beleids-opties. Een dergelijke grootschalige ingreep zal wel gevolgen hebben voor de ontwikkeling van de monding. Zo kan de vervlakking in het gebied landwaarts van de Bollen teniet worden gedaan en een deel van de natuurlijk getijdendynamiek in de monding van de Grevelingen worden hersteld. Over de grootte van deze effecten zijn zonder nader onderzoek geen uitspraken te doen. Het gebied in de monding van de Grevelingen ligt buiten de invloedssfeer van de tweede Maasvlakte en het gedeeltelijke herstel van de getijdenwerking in het Haringvliet.

3.5 De overgang van de Oosterscheldemonding naar de monding van de Grevelingen

3.5.1 Globale beschrijving

Voor de kust van Schouwen ligt een ondiep gebied, dat de overgang vormt tussen de monding van de Grevelingen en de Oosterscheldemonding. De ondiepte heet de Banjaard en omvat de Zeehondenplaat en de Petroleumbol. Het gebied wordt aan de zuidzijde begrensd door de Geul van de





Kaart 3.8: Oosterscheldemonding, met de in tekst gebruikte namen.

Banjaard, aan de noordzijde door het Brouwershavensche Gat en aan de oostzijde door het Krabbengat. De ondieptes tegen de kust aan heten de Bollen van het Nieuwe Zand. In de morfologie van de ondieptes zijn een aantal kenmerkende eb- en vloedscharen zichtbaar.

Vergelijking van de geomorfologie van 1964 met die van 2004 (kaart 3.9) laat zien dat de basisvormen van de morfologie in het gebied niet zijn gewijzigd. Alle geulen en platen zijn nog aanwezig op vergelijkbare locaties. De grote geulen Brouwershavensche Gat en de Geul van de Banjaard hebben een vergelijkbare oriëntatie. Wel is het Krabbengat, tussen de kust van Schouwen en de ondieptes, groter geworden en verlengd naar het noorden. Op de Banjaard zelf treden wel veranderingen op, die het gevolg zijn van verplaatsingen van geulen, eb- en vloedscharen en ondiepe banen in de monding (kaart 3.8).

De geomorfologie van de Oosterscheldemonding is niet sterk beïnvloed door de aanleg van de stormvloedkering. Wel is het zandvolume van de monding toegenomen sinds 1980 (de Bok, 2002). Deze

sedimentatie vindt waarschijnlijk plaats in de geulen (Postma et al., 1990b).

De stromingspatronen en de stroomsnelheden in de Oosterscheldemonding en de monding van de Grevelingen verschillen sterk. Door de sterke stroming van en naar de Oosterschelde, met de bijbehorende hoge stroomsnelheden domineert dit het stroombeeld in het gebied (kaart 3.10). Vanuit het Krabbengat stroomt de eb uit de Oosterschelde in de richting van het Brouwershavensche Gat.

De Oosterscheldemonding is relatief ver verwijderd van de zoetwatertoevoer naar de Voordelta via de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet. De variatie in de saliniteit in de monding is daardoor beperkt. Van de Oosterscheldemonding zijn geen recente gegevens van de bodemsamenstelling beschikbaar. Omdat de situatie in het gebied niet sterk is gewijzigd na de aanleg van de stormvloedkering, wordt verondersteld dat ook de bodemsamenstelling niet sterk is veranderd. Dit betekent dat overal in het mondinggebied zand wordt aangetroffen, met



uitzondering van enkele locaties op de bodem van
geulen, waar ook grind in het zand zit.

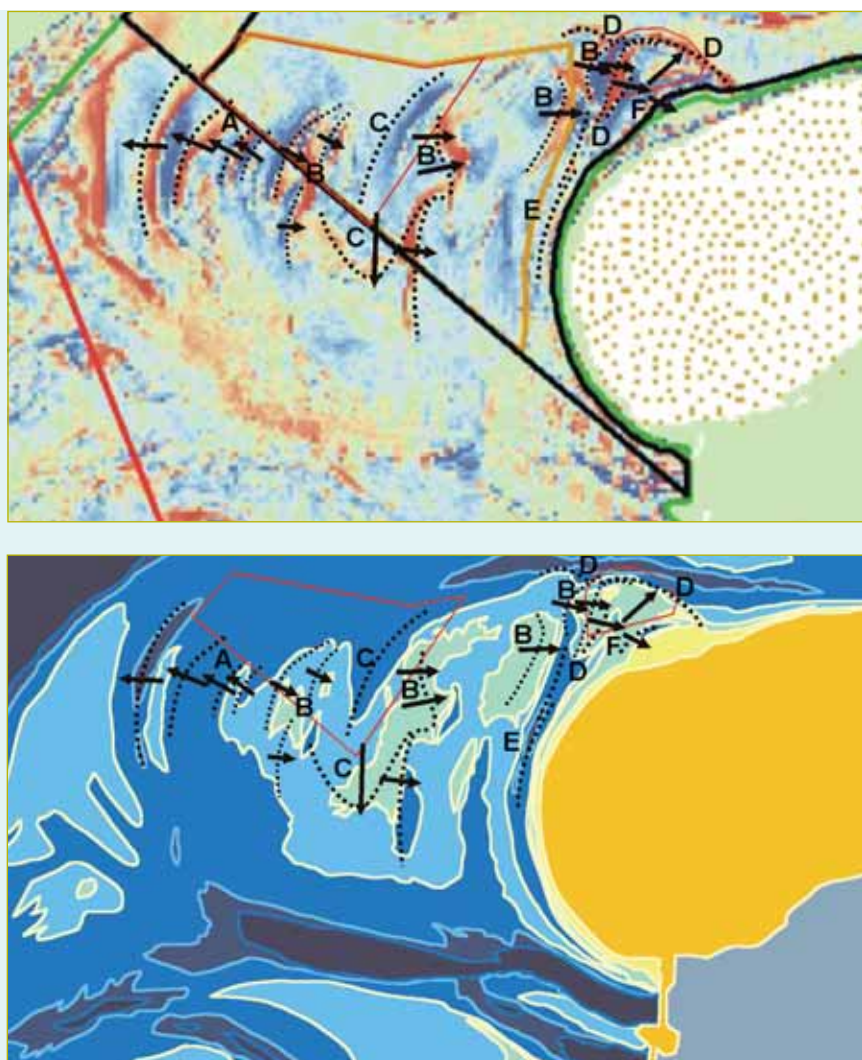
Ten noordoosten van de Geul van de Banjaard ligt een uitgebreid complex met ondiepe brekerbanken (Banjaard) en een ondiepte (Petroleumbol). Droogvallende platen komen hier niet voor. Vanuit het Brouwershavensche Gat steken een ebschaar en ebschild het gebied in.

3.5.3 Morfologische ontwikkelingen nu en in de toekomst

De verwachte morfologische ontwikkelingen op de overgang van de Oosterscheldemonding naar de monding van de Grevelingen zijn weergegeven in kaart 3.11, met zowel een sedimentatie-erosiekaart van 2004 – 2001 (boven), als de bodemligging van 2004 (onder). De letters in de kaart verwijzen naar de uitleg in de onderstaande paragrafen.

Zeewaartse migratie van geulen (A)

De Geul van de Banjaard en alle getijdegeulen direct ten oosten hiervan verplaatsen, zonder uitzondering, zeewaarts. In de buitenbocht van de geulen vindt erosie plaats en in de binnenbocht sedimentatie. Nadat een geul westwaarts is gemigreerd, zal hij steeds minder stroomtrekken en uiteindelijk verzanden. Tegen die tijd hebben nieuwe geulen, meer oostwaarts, de rol van de voormalige geul overgenomen. Deze migratie van geulen is een natuurlijk onderdeel van de ontwikkeling van buitendelta's en zal in de toekomst doorgaan. De verplaatsingssnelheid van de geulassen varieert tussen 20 m/j tot 30 m/j. Door het verzanden van geulen en het ontstaan van nieuwe geulen, varieert de gemiddelde diepte in de tijd.



Kaart 1.11: Schematische weergave van de morfologische ontwikkelingen in de Oosterscheldemonding op de sedimentatie-erosiekaart (boven) en op de bodemligging 2004 (onder). Zie de tekst voor nadere uitleg van de letters.

Landwaartse migratie van zandbanken (B)

Onder invloed van golfgedreven sedimenttransportprocessen verplaatsen de hogere delen van de ondieptes (zandbanken) naar de kust. De banken zijn in de loop van de tijd ook iets van richting veranderd en zijn nu vrijwel noordzuid gericht. De verplaatsing van de geulen zal de komende jaren doorgaan met snelheden tussen 20 en 42 m/j.

Ontwikkeling ebschaar vanuit het Brouwershavensche Gat (C)

Vanuit het Brouwershavensche Gat steekt een geul

het gebied tussen Banjaard en Petroleumbol in en loopt daar uit in een ebschaar. In de loop van de tijd is de ebschaar groter geworden en uitgebreid naar het zuiden. Het sediment dat hierbij vrijkomt wordt afgezet op het ebschild, dat naar het zuiden toe uitbreidt en verplaatst. Uiteindelijk zal de ontwikkeling van de ebschaar kunnen leiden tot het ontstaan van een nieuwe geul van het Brouwershavensche Gat naar de Geul van de Banjaard. De ontwikkeling en groei van dergelijke ebscharen is een natuurlijk onderdeel van de ontwikkeling van buitendelta's. Op deze wijze ontstaan nieuwe geulen, die de rol



van de westwaarts migrerende geulen overnemen. De ontwikkeling van de ebschaar zal de komende jaren doorgaan.

Direct voor de Kop van Schouwen ligt een complex van platen en de uitlopers van de geul Krabbengat. De dynamiek in dit gebied is de optelsom van verschillende door elkaar lopende processen, waardoor het moeilijk is om een uitspraak te doen over de mogelijke ontwikkelingen.

De belangrijkste veranderingen zijn:

Verplaatsing en verruiming Krabbengat (D en E)

Sinds de jaren zestig is het noordelijke uiteinde van de getijdegeul Krabbengat steeds verder noordelijk komen te liggen. Het bijbehorende ebschild van de geul, met daarop de Bollen van het Nieuwe Zand, is mee opgeschoven. Naast de verplaatsing van de geul is tevens de grootte van het Krabbengat en het ebschild toegenomen. Beide ontwikkelingen hebben geleid tot de uitbouw van het ebschild in het Brouwershavensche Gat. De oorzaak voor de groei van het Krabbengat is de afsluiting van de Grevelingen in 1971, waardoor het debiet van de geul is toegenomen (Kevelam, 1988). De verruiming van de geul door de zandwinning, ten bate van een kustsuppletie van Schouwen eind jaren tachtig, heeft waarschijnlijk bijgedragen aan de toename van de grootte van het Krabbengat. Verder hebben de aanleg en ingebruikname van de Oosterscheldkering (november 1987) de stroming in het gebied beïnvloed.

De snelheid van de veranderingen bij de Bollen van het Nieuwe Zand lijkt af te nemen, zodat een extrapolatie van de trends een overschatting van de verwachte ontwikkelingen geeft. In een 'worst case scenario' bouwen de Bollen van het Nieuwe Zand met een snelheid van 30 m/j uit in het Brouwershavensche Gat. Gemiddeld wordt jaarlijks ruim 800.000 m³ sediment afgezet op de Bollen van het Nieuwe Zand.

Het 'flipperen' van de uitlopers van het Krabbengat (F)

Waar het Krabbengat aan de noordzijde overgaat

in zijn ebschild vertakt de geul van één diepe in twee ondiepe geulen. De positie en grootte van deze geulen is niet stabiel, de uitlopers verplaatsen landwaarts door de bochtwerking van de geul en het landwaarts verplaatsen van de ondiepten door golfwerking. Wanneer de geulen helemaal los komen te liggen van de hoofdgeul, dan blijft een restant ('abandoned channel') over in de vorm van een soort meertje, dat geheel door zandplaten wordt omsloten (aangegeven in kaart 3.11). De sedimenttransporten zijn daar onder normale condities gering, omdat geen getijdestroming meer optreedt en de golfwerking beperkt is. Een dergelijk verlaten geultje kan hierdoor lang aanwezig blijven. De ontwikkelingen van de banken en geulen op deze kleine schaal zijn te variabel om te kunnen extrapoleren.

3.5.4 Externe ontwikkelingen

In het overgangsgebied van de Oosterscheldemonding naar de monding van de Grevelingen zijn geen nieuwe ingrepen voorzien, die de hydrodynamiek en geomorfologie beïnvloeden.

Het gebied ligt buiten de invloedssfeer van de Tweede Maasvlakte en het gedeeltelijke herstel van de getijdewerking in het Haringvliet.





3.6 Samenvatting en implicaties voor het maatregelenpakket

De dynamiek van de Voordelta is zowel een kenmerkend onderdeel van, als een essentiële voorwaarde voor het bestaan van de huidige natuurwaarden. Deze dynamiek betekent ook dat kenmerkende delen van de Voordelta, zoals de verschillende intergetijdenplaten, voortdurend van plaats veranderen en in omvang toe- en afnemen. Bij het beschermen van deze dynamische gebieden is kennis van de morfologische ontwikkelingen een vereiste. De morfologische veranderingen betekenen, dat de verschillende beschermde habitats voortdurend zullen veranderen. Ook moet bij het definiëren van het maatregelenpakket, cq. de begrenzing van de rustgebieden, rekening worden gehouden met de specifieke gebiedskenmerken. Het grootste deel van de Voordelta ligt permanent onder water. Boven gemiddeld laagwater liggen de Hinderplaat, alle strand(vlakten), Westplaat en Slikken van Voorne.

De Voordelta bestaat uit drie verschillende mondingsgebieden. Deze gebieden hebben een grote variatie in waterdiepte en ook de invloed van golven en stroming is afhankelijk van de locatie. De ligging van geulen, zandbanken en platen is van nature veranderlijk. Door diverse ingrepen heeft de mens de waterbeweging en de ontwikkelingen van de bodemligging in de Voordelta beïnvloed. Deze invloed is het grootst in de monding van het Haringvliet en het kleinst in het overgangsgebied tussen de Oosterschelde en Grevelingen. Een nieuw evenwicht tussen morfologie en de veranderde sedimenttransporten is nog niet bereikt. In elk mondingsgebied is een algemene trend te zien van west naar oost van hoog energetische omstandigheden (stroom en golven) naar laag energetische omstandigheden. Ook in de meer oostelijk gelegen getijdengeulen en ondieptes zijn de energetische condities groot (stroom). In de luwte van zandbanken, dicht onder de kust en in de geulen waarin de stroming aanzienlijk is afgenomen, zijn de hydraulische omstandigheden relatief rustig.

De grootte van de migratiesnelheden van geulwanden of plaatranden is in de drie mondingsgebieden met 20 tot 50 m/j ongeveer gelijk, ongeacht het type verandering. De globale overeenkomsten in verplaatsingssnelheden is deels toevallig. Afwijkende migratiesnelheden komen voor bij de zuidelijke Hinderplaat (ruim 67 m/j) en Geerligts (9 m/j). Doordat er na diverse grootschalige menselijke ingrepen als de Deltawerken nog geen nieuwe evenwichtssituatie is bereikt en als gevolg van de geplande ingrepen, zullen de vorm en de morfologische kenmerken van de monding van het Haringvliet de komende jaren zichtbaar veranderen. De vorm van de monding van het Grevelingen zal de komende jaren veranderen door doorgaande verplaatsing van de Bollen van de Ooster, Geerligts en Gloeiende plaat en de morfodynamiek rond de Schaar. Deze ontwikkelingen zullen beperkte gevolgen hebben voor de natuur.

De veranderingen in het geanalyseerde deel van de Oosterscheldemonding hebben waarschijnlijk geen invloed op de ecologische waarden van het gebied. De dynamiek van de banken en geulen is een blijvend en kenmerkend onderdeel van het gebied.

Bij het samenstellen van het maatregelenpakket moet rekening worden gehouden met de in dit hoofdstuk geschetste verwachte morfologische veranderingen. Wanneer begrenzingen worden aangegeven zal daarbij de "morfologische houdbaarheid" worden bekeken, zodat voorkomen kan worden dat grenzen al binnen enkele jaren moeten worden aangepast ten gevolge van morfologische veranderingen.





Slikken van Oostvoorne © Joost Bergsma





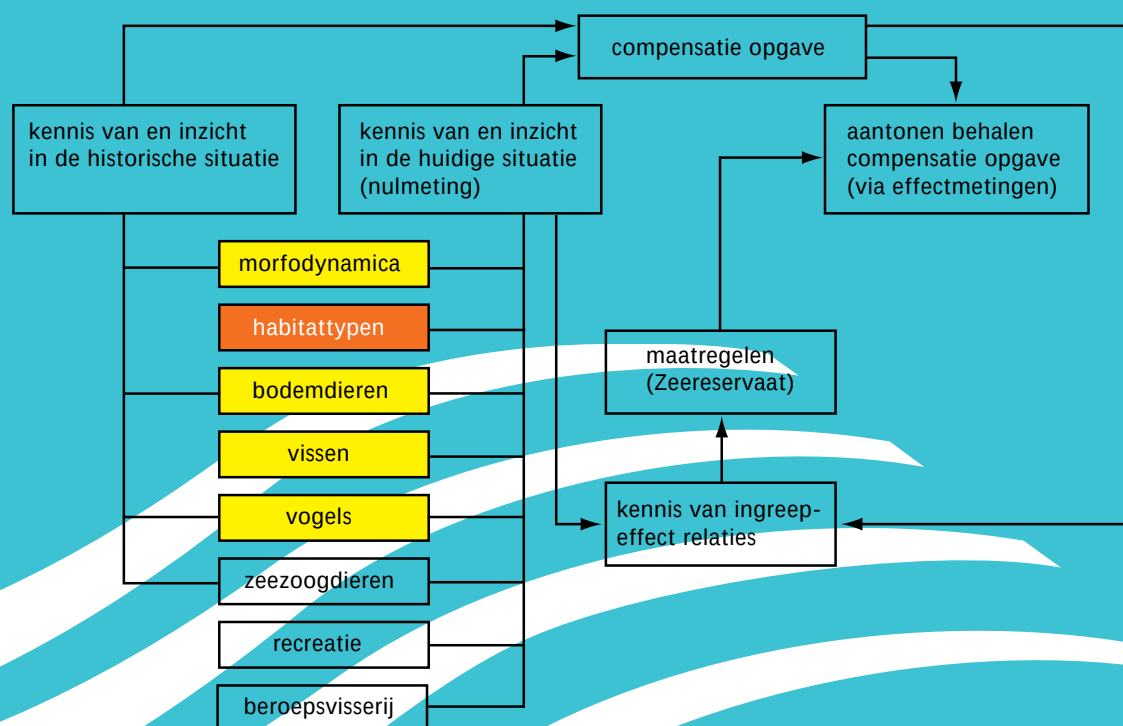
Grote Stern met Zandspiering © Foto Natura / Steve Knell

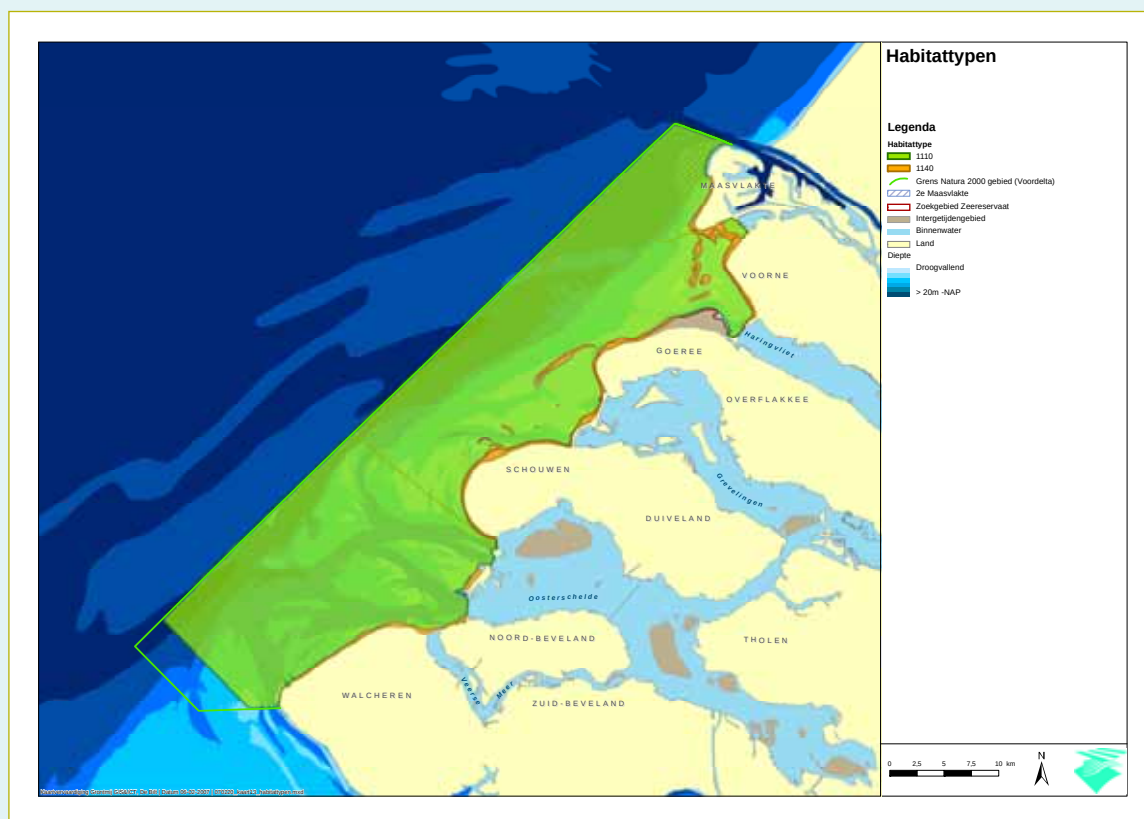


4 De beschrijving van habitattype 1110

Door aanleg van de Tweede Maasvlakte zal een oppervlakte van 2455 ha habitattype 1110 verloren gaan. Doordat het niet mogelijk is om het verloren stuk zeebodem elders opnieuw aan te leggen, is vastgelegd dat het verlies aan zeebodem wordt gecompenseerd door in de Voordelta een kwaliteitsverbetering te realiseren door middel van het instellen van een Zeereservaat binnen een vastgesteld zoekgebied (PKB, 2006). Het Natura 2000 gebied Voordelta bestaat voor 97% uit habitattype 1110: zandbanken die permanent met zeewater van geringe diepte overstroomd zijn, inclusief de waterkolom boven deze zandbanken en de geulen ertussen, en de daarbij behorende ecologische waarden. Daarnaast komt in de Voordelta ook een klein oppervlak bij eb droogvallende zandbanken voor (habitattype 1140, zie bijlage 16.2) en aan de landzijde van het gebied bevinden zich schorren in diverse stadia van successie (habitattype 1310, 1320, 1330). Kaart 4.1 laat de verdeling van habitattype 1110 en 1140 in het gebied zien.

De beschrijving van habitattype 1110 is voorgelegd aan een audit commissie. Het verslag van de audit bijeenkomst is te vinden in bijlage 16.8. De aanpassingen en voorstellen van de audit commissie zijn in dit hoofdstuk verwerkt.





Kaart 4.1: De ligging van habitattype 1110 en 1140

4.1 Habitattype 1110: met ondiep water overstroomde zandbanken

4.1.1 Beschrijving

Habitattype 1110 betreft zandbanken in ondiepe delen van de kustzeeën die permanent onder water staan. De waterkolom boven de plaat is in principe niet hoger dan 20 meter, maar wanneer de top van een bank overstroomt met maximaal 20 m water dan tellen de flanken van de bank mee totdat de hellingshoek kleiner is dan 0.1 graad. Ook kunnen dieper liggende gedeelten worden meegenomen wanneer zij onderdeel uitmaken van een grotere ecologische eenheid, en er een sterke samenhang aanwezig is tussen hoger en lager gelegen gebieden. Sediment van de banken kan naast zand en slib, ook bestaan uit grind (kleiner dan 6 cm), en

het kan stenen bevatten. Daarnaast komen biogene structuren als sabellaria (honingraatworm) riffen en oester- en mosselbanken (die soms vallen onder habitattype 1170) voor in dit habitattype (EC, 2003).

Habitattype 1110 kent in Nederland vier subtypen (de Vlas, 2006), die verschillen in mate van dynamiek en (daardoor) sedimentsamenstelling:

- **1110a:** permanent overstroomde delen van getijdengebieden. Dit subtype is onder te verdelen in
 - 1110a1: vlak liggende gebieden in de westelijke Waddenzee met geringe stroomsnelheden. De bodem is hier fijnzandig tot slikkig, de golfwerking en stroomsnelheden zijn gering en de waterdiepte meestal minder dan 5 meter;
 - 1110a2: geulen in getijdengebieden. Door de hoge stroomsnelheden die hier voorkomen is de bodem zandig. Wanneer delen van geu-



len (bij voorbeeld door verandering van het geulensysteem) dichtslibben valt dat gebied onder 1110a1;

- **1110b:** permanent overstroomde gebieden in de noordzeekustzone. Door de golfwerking vanuit de Noordzee is de bodem hier meestal zandig. De waterdiepte loopt tot de – 20 meter dieptelijn. Deze diepte komt ongeveer overeen met de diepte waarop de bodem nog effecten onder vindt van de noordzeegolven;
- **1110c:** de zandbanken op enige afstand van de kust, waarvan de toppen minder dan 20 meter diep zijn. De banken zijn zandig door golfwerking. Dit betreft voor Nederland de Zeeuwse banken, westelijk van Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden;
- **1110d:** het ondiepe gedeelte in de noordwestpunt van het Nederlandse Continentale Plat (de Doggersbank).

4.1.2 Habitattype 1110 in de Voordelta

Het grootste gedeelte van de Voordelta vertoont overeenkomsten met subtype 1110b, de noordzeekustzone. De Voordelta kent, net als de noordzeekustzone, vrij veel golfwerking, maar er zijn in vergelijking meer platen en het is er minder diep. Het gebied bij de Haringvlietmonding lijkt sterk op subtype 1110 a1: net als in de westelijke Waddenzee is er sprake van een enigszins slijkige bodem en een daaraan aangepaste bodemfauna (de Vlas, 2006).

Abiotiek (gebaseerd op Alkyon, 2006a; Alkyon, 2006b):

De grofzandige banken van de Voordelta worden in vergelijking met de andere subtypes gekenmerkt door een hoge nutriëntenrijkdom (aanvoer nutriënten door rivieren), zoetwaterinvloed en lage golfwerking. Door de werking van eb en vloed zijn stroomsnelheden in de geulen in het gebied vaak hoog. Van oorsprong kent het gebied een sterke interactie tussen de stroming op de Noordzee en de stroming in en uit het estuarium. De sedimenttransporten die hiervan het gevolg zijn, zorgen voor de kenmerkende hydromorfologie in het Voordelta-

gebied met de typerende locatie en organisatie van banken en geulen. In de monding van de Oosterschelde is na de aanleg van de Oosterscheldekering de interactie tussen de stroming op de Noordzee en de stroming in en uit de Oosterschelde blijven bestaan. In de monding van het Haringvliet en de Grevelingen, is met de aanleg van resp. de Haringvlietdam en de Brouwersdam de interactie tussen de stroming op de Noordzee en die in de estuaria sterk belemmerd. Doordat het evenwicht tussen landgerichte en zeewaartsgerichte sedimenttransporten is verstoord door menselijk ingrijpen, vindt voor de genoemde mondingen een verplaatsing van geulen en ondiepten plaats (platen bewegen in de richting van de kust). Door afsluiting van het Haringvliet, en door aanleg van de Brielse Gatdam en de Slufter, heeft bovendien vanaf de jaren zestig een sterke verondieping plaatsgevonden voor de Haringvlietmonding, die samengaat met toename van het slibgehalte. Door de aanleg van de Haringvlietdam en de Brouwersdam werd de geleidelijke en tamelijk stabiele overgang van zoet naar zout vervangen door harde zoet-zout overgangen. De zoetwaterinvloed in het mondingengebied is kunstmatig en kent in geval van hoge rivierafvoeren grote uitschieters. De grote spuivolumes kunnen dan vanaf het Haringvliet een omvangrijk gebied in de Haringvlietmonding tijdelijk compleet zoet maken, waarbij ook een grote invloed op de saliniteit in de monding van de Grevelingen optreedt.

Biotiek (gebaseerd op de Vlas, 2006):

De Voordelta is voor zijn primaire voeding voornamelijk afhankelijk van ééncellige, in het water zwevende algen (fytoplankton). Het fytoplankton wordt voor een deel vanuit aangrenzende delen van de Noordzee aangevoerd, en voor een deel ter plaatse geproduceerd. Daarvoor zijn zowel licht als nutriënten nodig. Er is van nature voldoende licht aanwezig van maart tot en met oktober. De belangrijkste nutriënten (stikstof, fosfaat en silicium) worden vooral vanuit de rivieren aangevoerd, waardoor de nutriëntengehaltes in vergelijking met de oceanen hoog zijn en er veel primaire productie kan plaats vinden.

Het algenmateriaal vormt de basis van twee hoofd-





stromen in de voedselketens: de ene blijft zich geheel in het water afspelen (pelagisch), de andere loopt via de bodem.

De voedselketen in het water loopt van het fytoplankton naar het kleine dierlijk plankton, dan naar de grotere pelagische ongewervelden (bv Kwallen) en vervolgens naar diverse vissoorten zoals Haring en Spiering. Aan het eind van de keten kunnen deze vissen worden opgegeten door visetende vogelsoorten en zeezoogdieren.

De voedselketen via de bodem vindt plaats in twee gescheiden trajecten:

- *het eerste traject* loopt vanaf het plantaardige plankton naar de filtrerende dieren (vooral twee-kleppige schelpdieren) die in of op de bodem leven. De filtrerende bodemdieren dienen als voedsel voor andere dieren, zowel op de bodem levende kreeftachtigen en bodemvissen als andere bodemdieren. Ook enkele vogelsoorten (duikeenden) kunnen filtrerende bodemdieren eten, tenminste wanneer die in hoge dichtheden (banken) leven zodat ze gemakkelijk gevonden kunnen worden. Via bodemvissen eindigt een andere 'vertakking' van deze voedselketen bij zeezoogdieren. Voor deze voedselketen is fytoplankton nodig op de bodem of er niet ver vandaan. Omdat de waterdiepte in de Voordelta gering is en omdat golven en getijdebeweging voortdurend vers fytoplankton tot bij de bodem brengen, kunnen filtrerende bodemdieren in banken voorkomen. Dan is wel voldoende verversing als gevolg van getijdenstromen nodig;
- *het tweede traject* van algen naar bodem is vooral van belang in de Haringvlietmonding, waar de stroming en de golfwerking gering zijn. Daar is sprake van bezinking van grote hoeveelheden dood organisch materiaal, detritus, dat voornamelijk bestaat uit afstervend fytoplankton met bacteriën. Dit dient als voedsel voor sedimentetende bodemdieren, die op hun beurt weer worden gegeten door andere diersoorten. Via bodemvissen komt uit dit traject voedsel bij zeezoogdieren terecht. In enkele kleine, ondiepe en beschutte delen van de Voordelta (de Slufter, Kwade Hoek) groeit microfyto-

benthos op de bodem, daarvan kunnen bodemdieren leven.

4.2 Karakteristieken van habitattype 1110

Na de aanleg van de Tweede Maasvlakte moet de verbetering van habitattype 1110 worden aangetoond door middel van effectmetingen. Aan de hand van de karakteristieken van habitattype 1110 in de Voordelta, zullen de indicatoren worden gekozen die gemeten moeten gaan worden. Binnen de Voordelta worden de karakteristieken van habitattype 1110 enerzijds door de abiotische omstandigheden gedefinieerd en anderzijds door organismen die aan het gebied gebonden zijn doordat zij in of op de bodem leven (het benthos) en organismen die van het benthos leven. Met deze definitie zal primaire productie geen deel uitmaken van de karakteristieken en indicatoren. Deze indicator wordt wel indirect gemeten, omdat de staat van de primaire productie zich in de bodemdieren weerspiegelt, zij zijn immers diegenen die zich met het geproduceerde fytoplankton moeten voeden. Ook zeehonden zullen geen deel uitmaken van de indicatoren. Zij zijn vooral gebonden aan de droogvallende platen van habitattype 1140 (zie bijlage 16.2), waarvoor geen compensatieopgave bestaat (Berkenbosch et al., 2007).

Wel zullen indicatoren worden gegeven voor de bodemdieren, de vissen en de vogels. Hieronder worden deze drie groepen geïntroduceerd.

4.2.1 Bodemdieren (*benthos*)

Zoöbenthos is de verzamelnaam voor het geheel aan bodemgebonden evertetraten. De groep kan op basis van grootte (van de volwassen levensfase) ingedeeld worden in microbenthos (b.v. slijmdiertjes, zonnediertjes en wimperdiertjes), meiobenthos (bijvoorbeeld roeipootkreeftjes, rondwormen en kleine borstelwormen), en macrobenthos (bijvoorbeeld zeesterren, wormen, schelpdieren). Er gelden





Slibanemoon © Joris Geurts van Kessel

geen absolute maten, maar hier wordt aangehouden: microbenthos < 50µm ≤ meiobenthos <1 mm ≤ macrobenthos.

Benthos kan ook ingedeeld worden naar leeflocatie. Een grote groep organismen bevindt zich in de zeebodem, de infauna. Voorbeelden van infauna-soorten zijn schelpdieren als Kokkel, Strandschelp, Nonnetje en Mesheft, en wormachtigen zoals Zee-pier en Zager. Daarnaast bevindt de epifauna zich op de bodem: vastzittend (sessiel), zoals bijvoorbeeld de Alikruik, Zee-anjelier en Japanse Oester, of vrij levend, bijvoorbeeld krabben, garnalen, en zeesterren. Over het algemeen geldt dat infauna en sessiele epifauna minder mobiel is. Er zijn uitzonderingen zoals bijvoorbeeld *Ensis* spec. dat in staat is uit het sediment te komen en zich actief te verplaatsen.

Een gedeelte van de bodemdieren kent verschillende levensfasen. Schelpdieren leven in de eerste fase van hun leven als larve vrij zwevend in de waterlaag (pelagische levensfase). Afhankelijk van de soort duurt deze fase een week tot een maand. Gedurende deze periode kunnen de larven zich ver-

plaatsen. Hoewel ze een beetje kunnen zwemmen is het transport grotendeels passief. Al zwevende neemt de biomassa van de larven toe, en uiteindelijk is de biomassa zo groot zijn dat deze bezinkt (broedval). Vanaf dat moment kunnen de larven zich ingraven in of vestigen aan de bodem. Of en wanneer dit gebeurt is afhankelijk van diverse factoren. Stroomsnelheid en ruwheid van de bodem bepalen samen de zogenaamde bodemschuifspanning. Als deze te hoog is, vindt opwerveling plaats en wordt vestiging bemoeilijkt of zelfs onmogelijk gemaakt. De mate van gevoeligheid van de soort hangt o.a. af van ingraafdiepte van de juvenielen. Verder spelen de omvang van de broedval, de lokale voedselsituatie en de lokale predatiedruk ook een belangrijke rol bij de vestiging (Bos, 2005). De algemene soorten benthos van de Voordelta zijn (Steenbergen & Escaravage, 2006):

- Schelpdieren
 - Amerikaanse Zwaardschede *Ensis directus*
 - Nonnetje *Macoma balthica*
- Polychaeten
 - Zager *Nephtys cirrosa*
 - Wapenworm *Scoloplos armiger*
 - *Spiophanes bombyx*



Tong © Joris Geurts van Kessel

Specifiek in de Haringvlietmonding worden gevonden:

- Schelpdieren
 - Strandgaper *Mya arenaria*
 - Amerikaanse Zwaardschede *Ensis directus*
 - Kokkel *Cerastoderma edule*
 - Nonnetje *Macoma balthica*
- Polychaeten
 - Wapenworm *Scoloplos armiger*
 - Rode draadworm *Heteromastus filiformis*
 - *Aphelochaeta marioni*
 - *Stebelospio shrubsolii*

Behalve dat sommige bodemdieren leven van andere bodemdieren, dient de bodemdiergemeenschap als voedselbron voor vissen en vogels. Schelpdieren als Kokkel en Zwaardschede, en kreeftachtigen zoals bijv. garnalen hebben bovendien een commerciële waarde.

4.2.2 Vissen

De visgemeenschap kan verdeeld worden in drie functionele groepen, bentische vissen, die op de bodem

verblijven, de epibenthische vissen die nabij de bodem leven, en pelagische vissen, die in de waterkolom verblijven. Vooral deze laatste vissen dienen als voedsel voor vogels, terwijl zeezoogdieren alle typen vis eten.

Vele soorten vis komen in de Voordelta algemeen voor. Pelagische vissen zoals Sprot, Haring en Wijting dienen niet alleen als voedsel voor vogels, maar zijn ook commercieel interessant. Van bentische vissen zoals Schol, Tong, Schar, Bot, Zeedonderpad, Slakdolf en Grondels, zijn vooral de eerste drie van commercieel belang. Epibenthische vissen die gevonden worden in de Voordelta zijn bijvoorbeeld kabeljauwachtigen en zeenaalden. Zeezoogdieren eten van bovenstaande soorten vooral Bot, Schol, Tong, Zeedonderpad en Grondel.

Alle bentische en epi-benthische soorten leven in ieder geval gedeeltelijk van bodemdieren. Zij zijn geen gespecialiseerde eters, maar nemen genoeg met al het eetbare dat voorhanden is, bijvoorbeeld borstelwormen, kreeftachtigen of beschadigde schelpdieren. De genoemde platvissen (Schol, Tong, Schat, Bot) grazen graag op schelpbanken





naar siphonen van schelpdieren.

De Voordelta is in het kader van de Natura 2000 aangewezen voor vijf trekkende vissoorten: Zalm, Fint, Elft, Rivierprik en Zeeprik. Voor deze soorten is de Voordelta vooral een belangrijk acclimatisatiegebied voor het doortrekken naar de paaiplassen in de rivieren. Het voorkomen van deze soorten in de Voordelta is over het algemeen dan ook tijdelijk. De populaties Zalm en Zeeprik zijn zeer klein, en de Elft is uitgestorven (Hartgers et al., 2001).

Omdat vissen niet gebonden zijn aan de platen, en zich vrij rondbewegen in een groot gebied, is het lastiger dan bij bodemdieren om een vooruitgang in de populatie als gevolg van maatregelen in de Voordelta aan te tonen. Echter, er kan worden aangenomen dat vissen profiteren van de vooruitgang van de bodemdiergemeenschap.

4.2.3 Vogels

Er zijn in de Voordelta een aantal functionele groepen vogels te onderscheiden die voor hun voedsel (tenminste deels) van de bodemfauna, of van de vis in het gebied afhankelijk zijn.

Schelpdieretende Zee-eenden

Enkele soorten Zee-eenden zijn direct gerelateerd aan het benthos in en op de bodem van de Voordelta. De Zwarte Zee-eend is de belangrijkste predator van schelpdieren en kan tot 20 meter diep duiken. Vroeger was het hoofdvoedsel *Spisula*, maar tegenwoordig is er minder *Spisula* voorhanden en eet de Zwarte Zee-eend ook *Ensis* spec. (Kersten et al., 2006). De Eidereend duikt op schelpdieren als Mossel, Kokkel en *Spisula*. Deze eend duikt tot een maximale diepte van 10 m, maar eet het liefst in ondieper water van minder dan 3 meter. Ze kunnen ook Inktvis of *Ensis* spec. eten (Kersten et al., 2006). In de Haringvlietmonding komen ook Toppereenden voor. Ook de Toppereend is een schelpdiereter. De populatie in de Haringvlietmonding is onderdeel van een grotere populatie die ook in het Haringvliet verblijft. De Toppereend gebruikt de monding van het Haringvliet voornamelijk om te rusten, terwijl er 's nachts door de Toppereenden in de monding van het

Haringvliet wordt gefoerageerd. Waar dat precies plaatsvindt is onbekend. Ook de Brilduiker foeraagt op bodemdieren, veelal in ondiepere delen dan de Eidereend en de Zwarte Zee-eend.

Sterns

Sterns leven van vis. Deze vogels lokaliseren vliegend vis in het water, en vangen deze vervolgens met een stootduik in het water. De meeste sterns vissen op kleinere vissen als Haring, Zandspiering, Smelt en Sprot. Door sommige soorten worden soms ook evertrebraten gevangen zoals de Garnaal. In de Voordelta komen vooral de Grote Stern, Visdief en Dwergstern voor (Berrevoets et al., 2005).

Visetende watervogels

Onder de visetende watervogels worden de vogels verstaan die duiken vanaf het wateroppervlak en daarna onder water actief een prooi achtervolgen. In deze groep vallen soorten uit meerdere families zoals duikers, eenden en futen. In de Voordelta komen met name de Roodkeelduiker, IJsduiker (duikers), maar ook de Middelste Zaagbek (eend), en de Kuifduiker en Fuut (futen) voor (Kersten et al., 2006; Strucker et al., 2006).

4.2.4 Kwaliteit van het ecosysteem en verstoring daarvan

In principe zijn goed functionerende habitats te herkennen aan de samenstelling en leeftijdsopbouw van de aanwezige levensgemeenschap. Toch kan in de Voordelta aan de hand hiervan zelden worden geconstateerd of er iets mis zou zijn, zonder kennis van de ingrepen die op een bepaalde locatie plaatsvinden (of recent hebben plaatsgevonden). Dat komt omdat aan de ene kant de sleutelsoorten in de voedselketens in de Voordelta (plankton, bodemdieren) over het algemeen kortlevend zijn. Herstel na mechanische ingrepen vindt dan ook snel (binnen enkele jaren) plaats. Aan de andere kant zijn soortsaamenstelling en biomassa van plaats tot plaats en van jaar tot jaar verschillend. Het ecosysteem kan inboeten aan kwaliteit door allerlei invloeden, waardoor gevoelige soorten zeldzamer worden, of zelfs geheel kunnen





verdwijnen. Wanneer het gaat om mechanische beschadigingen, zoals bij bodemberoerende visserij, ontstaan bovendien veranderingen in leeftijdsopbouw. Lang levende soorten en oudere levensstadia komen dan in mindere mate voor (de Vlas, 2006). Snel reproducerende, vaak kortlevende, opportunistische soorten zullen in deze situatie veel voorkomen, net als soorten die leven van de beschadigde schelpdieren.

De bodemgebonden levensgemeenschappen van habitat 1110 zijn tamelijk constant, maar de talrijkheid en biomassa van de verschillende soorten fluctueert als gevolg van jaarlijkse verschillen in broedval. Na sterke ingrepen, zoals wegbaggeren van sediment, storten van baggerspecie, zandsuppleties in de vooroever, herstelt de bodemfauna zich weer vrij snel (in een termijn van enkele jaren), waarna verschillen in leeftijdssamenstelling ten opzichte van de ongestoorde situatie wegvallen in de natuurlijke fluctuaties (van Dalfsen & Essink, 1997).

In de Voordelta vinden vele vormen van (water)recreatie plaats, zoals b.v. wind-, golf-, en kitesurfen, maar ook gemotoriseerde watersport, duiken en plaatbezoek. Hierbij treedt over het algemeen geen mechanische schade op aan habitatype 1110, maar werkt de aanwezigheid van (groepen) mensen en bijbehorend materieel verstorend op vogels en zeezoogdieren. Hierdoor lokaal minder of niet in staat om bijvoorbeeld te foerageren (vogels) of te zogen (zeehonden). Gevoeligheid voor verstoring verschilt per soort, en vaak ook per type verstoring. In hoofdstuk 9 wordt het thema recreatie verder uitgewerkt. Ook scheepvaart, militaire activiteiten, delfstofwinning en luchtvaart (als deze laag plaatsvindt) verstoren vogels en zeehonden (CSO, 2006).

In de Voordelta vinden vele vormen van beroepsvisserij plaats. Aangenomen moet worden dat de boomkorvisserij (die in de Voordelta op habitat 1110b wordt uitgeoefend, zie hoofdstuk 12) een aanzienlijke invloed heeft op de samenstelling van de bodemfauna, en een vrij constante afname van

de biomassa met enkele tientallen procenten (Rijnsdorp et al., 2006). Door onderzoek in toekomstige zeereservaten en andere gebieden waar de boomkorvisserij met wekkerketteringen wordt beëindigd, zal waarschijnlijk duidelijk worden hoe een meer ongestoorde situatie er werkelijk uitziet. Een ander effect dat aan de boomkorvisserij kan worden toegeschreven is het praktisch verdwijnen van een aantal grote soorten bodemvissen uit grote delen van de Noordzee inclusief de kustzone, waaronder enkele roggensoorten (Walker, 1996; Walker & Hislop, 1998; Stevens et al., 2000).

Ook vindt schelpdiervisserij plaats op Mesheften. Door afnemende bestanden vindt de laatste jaren minder visserij plaats op Kokkel en *Spisula*. Schelpdiervisserij heeft lokaal grote effecten op de bodemdiergemeenschap, niet alleen vanwege het verwijderen van de doelsoort, maar ook vanwege het omwoelen van de bodem, en, afhankelijk van de visserijmethode, ook wegens beschadiging en bijvangst van andere soorten (de Vlas, 2006). In hoofdstuk 10 wordt de beroepsvisserij verder omschreven. Hierbij is aandacht voor toegepaste technieken, doelsoorten en omvang.

Het functioneren van het ecosysteem kan ook belemmerd worden door toxische stoffen. In de Noordzee overschrijden een aantal stoffen (zoals PCB en PAK) op dit moment ruim de streefwaarden (Zevenboom et al., 2003). Stoffen met een hormonale werking kunnen aangrijpen op specifieke soorten, waaronder bodemdieren. Een voorbeeld hiervan is TBT, dat onvruchtbaarheid kan veroorzaken bij slakken zoals Wulk en Purpersla (Svavarsson, 2000; Svavarsson et al., 2001). Voor de meeste verontreinigende stoffen geldt, dat bodemdieren er minder effect van lijken te ondervinden dan vissen en vogels die zich met bodemdieren voeden (Borga et al., 2004). Door accumulatie van verontreinigende stoffen de voedselketen kan verhoogde sterfte van broedende vogels of een het percentage van vogeleieren die uitkomen vermindert (bv Roode et al., 2001; Lindberg et al., 2004). Het is in de meeste gevallen echter moeilijk effecten van verontreinigende stoffen op populaties aan te tonen of uit te sluiten.





Strandkrab © Joris Geurts Kessel

4.3 Indicatoren voor kwaliteit habitatype 1110

De kwaliteit van het habitatype wordt gezien als de conditie van 'het geheel der dingen'. Echter, om het meten van kwaliteit mogelijk te maken, en om handvatten te creëren voor het verbeteren ervan, is het noodzakelijk het begrip kwaliteit zo goed mogelijk te vatten in een aantal parameters. Deze parameters worden indicatoren genoemd en de eenheid waarin een indicator wordt uitgedrukt heet graadmeter. Deze paragraaf gaat in op de gekozen indicatoren voor habitatype 1110.

Indicatoren zijn gekozen op basis van het beleidsmatige kader dat Natura 2000 biedt. Allereerst is er uitgegaan van de omschrijving van het habitatype, met kenmerkende functionele groepen. Daarnaast zijn de functionele groepen waar mogelijk gekarakteriseerd door Natura 2000-soorten, die een beeld kunnen geven van de toestand van het systeem. Kenmerkend voor dit habitatype zijn de bodemdiergemeenschap, de visgemeenschap, en de

vogelgemeenschap. De toestand van deze gemeenschappen zijn te verbinden met de kwaliteit van het ecosysteem, maar het is niet steeds een directe verhouding. Het is belangrijk rekening te houden met representativiteit van de indicatoren voor het systeem.

4.3.1 Bodemdiergemeenschap

De toestand van de bodemdiergemeenschap is om meerdere redenen een belangrijke indicator voor de kwaliteit van habitatype 1110.

- De bodemdieren vormen binnen het kustecosysteem een belangrijke voedselbasis waarop de hogere trofische niveaus (vissen, vogels, en indirect zeezoogdieren) voortbouwen. Wanneer het aanbod in termen van hoeveelheid (biomassa en dichtheid) en kwaliteit (hangt van prooikeus per predator af) bodemdieren op orde is, zal dit zich naar verwachting doorvertalen richting vissen en vogels. Hoewel ook deze groepen onlosmakelijk met elkaar en met de fysieke omgeving verbon-





Botervisje © Joris geurts van Kessel

den zijn, is de relatie tussen de fysieke omgeving en de bodemdiergemeenschap de meest directe.

- De bodemdiergemeenschap is in het algemeen weinig mobiel en tamelijk stabiel (in het bijzonder infauna en sessiele epifauna). Hoewel bodemdiergemeenschappen op een wat langere tijdschaal (jaren) ook zeer dynamisch zijn, vertonen ze in vergelijking met vissen en vogels veelal vrij vaste patronen. Voor wat betreft de schelpdieren zijn zij vooral afhankelijk van het succes van de jaarlijkse broedval en vestiging, terwijl verspreiding van vissen en vogels in hoge mate afhankelijk is van externe factoren die bij wijze van spreken van dag tot dag veranderen, zoals bijvoorbeeld de voedselbeschikbaarheid.

Voor bodemdieren is door intensieve monitoring met de grootste nauwkeurigheid (in relatie tot vissen en vogels), een beeld te verkrijgen van de staat waarin de gemeenschap verkeert. Door de bodemdiergemeenschap te monitoren moet een indruk verkregen worden van:

- de hoeveelheid potentieel voedsel (bijv. biomassa

Spisula voor Zee-eenden, Kokkels voor Eidereenden);

- de mate waarin een voedselbron lonend is. Niet alleen moeten er voldoende schelpen aanwezig zijn, ook kost kleine schelpen foerageren meer energie dan het oplevert en zijn te grote schelpen soms onhandelbaar. Daarbij speelt ook de diepte waarop het voedsel zich bevindt een rol, omdat het opduiken van de prooi ook energie kost;
- robuustheid van de bodemdiergemeenschap. Over het algemeen wordt verondersteld dat systemen met een hoge biodiversiteit een grotere ecologische veerkracht hebben: bij het wegvallen van een soort kunnen de taken veelal door andere soorten overgenomen worden;
- voor het functioneren van het ecosysteem is echter ook van belang wat de functionele eigenschappen van soorten binnen de bodemdiergemeenschap zijn (ecologische niches), en wat de verhouding is tussen kortlevende (opportunistische) soorten en de langlevende, traag reproducerende soorten. Deze laatste soorten zijn gevoeliger voor allerlei typen beïnvloedingen.



Om een goede indruk te krijgen van bovenstaande factoren worden de volgende indicatoren gebruikt:

- totale biomassa van de bodemdieren, dit geeft een indicatie van de aanwezigheid van bodemdieren.;
- dichtheid van de bodemdieren, waarbij rekening wordt gehouden met de predatoren (hoe groot is het voedsel, hoe ver ligt het van elkaar af). Deze indicator is te gebruiken voor het totale beeld, maar in combinatie met biomassa ook als indicator op het niveau van één monsterpunt;
- het aantal soorten dat wordt gevonden in het gebied (rijkdom of richness), hoe meer soorten des te groter de diversiteit;
- relatieve dichtheid van alle soorten (evenwicht of evenness), voor de verdeling van de soorten wordt de term divers gehanteerd: een gelijkmatige verdeling over de soorten is diverser dan een ongelijkmatige (Stortenbeker & Berendsen, 1985); indices hierbij zijn Shannon index en Simpson index (in bijlage 16.3 wordt nader ingegaan op de Shannonindex);
- trofische structuur, uitgedrukt aan de hand van de biomassa en dichtheid van diverse functionele groepen. Met behulp van de Infaunal Trophic Index is het mogelijk de trofische structuur op een monsterpunt of in een gebied in één getal te vatten;
- dynamiek, uitgedrukt aan de hand van de verhouding tussen r-strategen en K-strategen. r-strategen zijn de opportunistisch soorten van een sterk variërend milieu. Deze soorten maken hun reproductie zo groot mogelijk, de populatie wordt telkens opnieuw opgebouwd. Er is bij r-strategen geen sprake van het bereiken van een min of meer stabiel dichtheidsniveau van de populatie. K-strategen zijn soorten die baat hebben bij een milieu dat over langere tijd onveranderd blijft. Deze soorten kenmerken zich door een langer durende ontwikkeling, productie van een klein aantal (maar grotere) nakomelingen, vaak gekoppeld aan ouderzorg, een langere levens- en generatieduur en meerdere reproductieperioden (Bakker et al., 1985).;
- informatie over de ontwikkeling van twee kensoorten. Als kensoort is enerzijds gekozen voor

de schelpkokerworm *Lanice conchilega*, een in een gang levende worm. Er is een relatie tussen de dichtheid van het macrobenthos en de dichtheid aan *Lanice* (van Hoey, 2006)., waardoor *Lanice* een goede kensoort voor het macrobenthos is. De tweede geselecteerde soort is *Macoma balthica*. Van dit schelpdier kan de leeftijdsopbouw van de populatie worden bepaald, wat een belangrijke indicator is. *Macoma* wordt niet bevestigd in de Voordelta, waardoor het effect van schelpdiervisserij op de populatie minder groot is vergeleken met Kokkel of Strand schelp.

4.3.2 Vissen

Bij de visgemeenschap is het moeilijker dan bij de bodemgemeenschap om de relatie met de verbetering van de kwaliteit van het ecosysteem te leggen. Vissen zijn in hoge mate mobiel, dat betekent dat het alleen bij monitoring van grote (schadelijke) omvang een effect op de visgemeenschap is vast te stellen. Daarnaast is het in theorie mogelijk dat negatieve effecten buiten de Voordelta de populatie die (ook) binnen de Voordelta verblijft negatief beïnvloeden.

Hoewel verbetering van het ecosysteem lokaal een positief effect zou moeten hebben op de visgemeenschap, wordt er rekening mee gehouden, dat er geen relatie gevonden zal worden tussen vooruitgang van de bodemdiergemeenschap en de visgemeenschap.

De vissen zijn verdeeld in drie functionele groepen: pelagische vissen, epi-benthische vissen en benthische vissen.

Uit de groep van benthische vissen worden de volgende drie soorten/soortsgroepen gekozen:

- grondels: *Pomatoschistus* zijn het jaar rond aanwezig in de Voordelta. Zij leven op de bodem en voeden zich met wormen, kreeftachtigen, vis en zooplankton. Ze worden op hun beurt weer gegeten door visetende vogels. De diverse soorten grondels zijn slecht uit elkaar te houden, daarom wordt deze groep geclusterd tot één. De





rode lijst soorten Zwarte Grondel en Glasgrondel zijn niet meegenomen in de analyse. Beide soorten komen slechts heel weinig (of helemaal niet) voor in het gebied en de biologie van deze soorten wijkt op belangrijke punten af van de andere grondels;

- Schol: de Schol is een platvis die zich voedt met weekdieren, wormen en garnalen. De Schol is zelf voedsel voor de zeezoogdieren. De Voordelta fungeert voor de Schol als kinderkamer. Schol wordt commercieel bevestigd;
- Schurftvis: dit is een platvis die veel voorkomt en de laatste jaren in het gebied in aantal sterk is toegenomen. De Schurftvis wordt niet commercieel bejaagd.

Uit de groep van de pelagische soorten worden de volgende soorten geselecteerd:

- Haring: commercieel bevestigde soort, voedsel voor vogels en zeezoogdieren. Voordelta fungeert als kraamkamer voor deze soort. Haring leeft van zooplankton;
- Zandspiëring: voedsel voor vogels. De Zandspiëring gebruikt het zand op de bodem als schuilplaats.

Vissen uit de groep van de epibenthische vissen worden niet meegenomen omdat deze niet gebonden zijn aan habitatype 1110. Zo houden Zee-naalden zich vooral tussen wieren op, een habitat dat geen deel uitmaakt van habitatype 1110. De meeste kabeljauwachtigen migreren en planten zich voort buiten de Voordelta.

Wanneer een monsterprogramma wordt opgezet voor bovenstaande soorten zullen andere soorten ook gevangen worden. Deze soorten dienen ook in de vaststelling van de kwaliteit van het gebied voor vissen worden meegenomen.

4.3.3 Vogels

Bij vogels geldt, net als bij vissen dat de relatie met de kwaliteit van het ecosysteem niet één op één te leggen is. Het leefgebied van de aanwezige soorten in het algemeen, en dus ook dat van de

genoemde soorten, strekt zich uit tot (ver) buiten de Voordelta. Het verbeteren van de kwaliteit van de Voordelta hoeft dan ook niet persé te leiden tot waarneembare vooruitgang bij de aangewezen vogelsoorten.

Er zijn drie functionele groepen die worden onderscheiden onder de soorten met een directe afhankelijkheid aan habitatype 1110 in de Voordelta. Zij zullen ieder vertegenwoordigd worden door twee indicatorsoorten:

- voor de schelpdieretende eenden gaat het dan om de Zwarte Zee-eend en de Eidereend;
- de sterns worden vertegenwoordigd door de Grote Stern en de Visdief. De sterns gebruiken de Voordelta in de broedtijd als foerageergebied
- en de visetende watervogels door de Roodkeel duiker en de Kuifduiker.





4.4 Samenvatting en implicaties voor het maatregelenpakket

Habitatype 1110 is het habitatype dat in het kader van de aanleg van de Tweede Maasvlakte moet worden gecompenseerd. Dit habitatype wordt in dit project omschreven aan de hand van de volgende indicatoren:

Bodemdieren

- totale biomassa
- dichtheid
- aantal soorten
- evenwichtigheid soorten
- dynamiek (r-strategen versus K-strategen)
- trofische structuur aan de hand van de functionele groepen
- kensoorten *Macoma balthica* en *Lanice conchilega*

Vissen

- benthische vissen: grondels, Schurftvis en Schol
- pelagische vissen: Haring en Zandspiering

Vogels

- schelpdieretende eenden: Zwarte Zee-eend en Eidereend
- sterns (viseters): Grote Stern en Visdief
- visetende watervogels: Kuifduiker en Roodkeelduiker

Het effect van de aanleg van de Tweede Maasvlakte op habitatype 1110 moet gecompenseerd worden door een Zeereservaat waarin een kwaliteitsimpuls plaats moet vinden door het beperken van activiteiten. De bovenstaande indicatoren zijn kenmerkend voor dit habitatype. Het maatregelenpakket zal zo moeten worden ingericht dat deze indicatoren van de maatregelen profiteren. De maatregelen moet zo worden ingericht dat voor de indicator bodemdieren biomassa een kwaliteitsverbetering van 10% wordt gehaald.





Schelpkokerworm © Joris Geurts van kessel



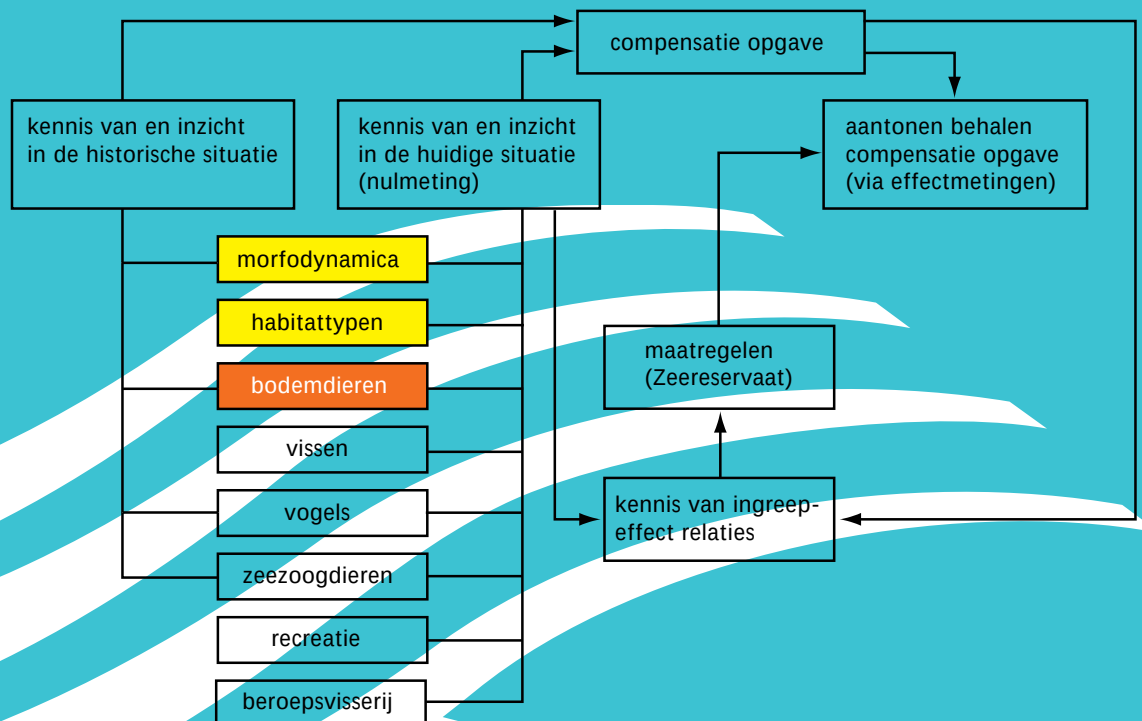
5 Ontwikkeling en verspreiding van bodemdieren in de Voordelta

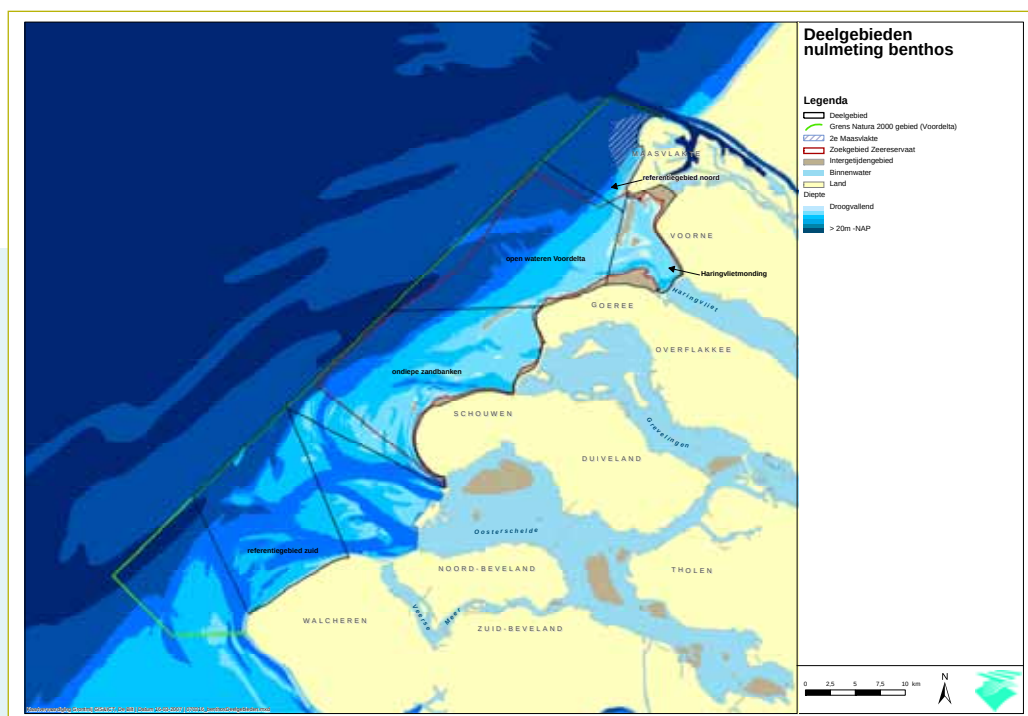
In de gehanteerde definitie van habitattype 1110 (zie hoofdstuk 4) zijn de bodemdieren beschreven aan de hand van de parameters totale biomassa, dichtheid, aantal soorten, evenwichtigheid soorten, dynamiek, trofische structuur en twee kwaliteitsindicatoren. In dit hoofdstuk over bodemdieren wordt eerst ingezoomd op de huidige situatie van de bodemdieren in de Voordelta, gevolgd door een paragraaf over de historische ontwikkeling. De derde paragraaf gaat in op trofische structuren en hoe deze te meten, de vierde paragraaf beschrijft hetzelfde voor de parameter dynamiek. In paragraaf 5 komen beide kwaliteitsindicatoren aan bod. In de zesde paragraaf worden de accent natuurgebieden uit het Integraal Beleidsplan Voordelta (IBV, 1993) geëvalueerd op basis van hun bodemdiersamenstelling. De laatste paragraaf gaat in op de ecologie van een aantal bodemdieren die als voedsel voor vogels dienen.

De informatie in dit hoofdstuk is (tenzij anders vermeld) gebaseerd op het volgende basisdocumenten:

- Baselinestudie MEP-MV2 Lot 2 Bodemdieren: Eindrapportage Campagnes 2004-2005 van IMARES en NIOO-CEME (Steenbergen & Escaravage, 2006)
- Historische waarnemingen van infauna uit het Voordeltagebied van NIOO-CEME (Wijnhoven et al., 2006)
- Ecologie, visserij en monitoring van mesheften in de Voordelta van IMARES (Wijsman et al., 2006)
- Ruimtelijke verschillen en temporele fluctuaties in het voorkomen van een aantal schelpdieren in de Voordelta van IMARES (Craeymeersch & Wijsman, 2006)

Als in dit hoofdstuk over een significant effect wordt gesproken, wordt een statistische significantie bedoeld met een overschrijdingskans kleiner dan 5% ($p < 0.05$).





Kaart 5.1: Het onderzoeksgebied van de nulmetingen benthos met de vijf studiegebieden.

5.1 De huidige situatie van de bodemdieren

(Steenbergen & Escaravage, 2006)

5.1.1 Deelgebieden in het benthosonderzoek

Voor de nulmeting zijn bodemdieren bemonsterd in het gebied waar het Zeereservaat is gepland (zoekgebied Zeereservaat). Dit gebied wordt op basis van de geomorfologie en benthische levensgemeenschapstructuur (Craeymeersch et al., 1990) in drie deelgebieden gesplitst:

- 1 het noordelijke zoekgebied: dit gebied is gekenmerkt als open wateren;
- 2 het zuidelijke zoekgebied: dit gebied is gekenmerkt als ondiepe zandbanken;
- 3 het zoekgebied Haringvlietmonding: omdat de Haringvlietmonding een ander type gebied is dan het noordelijke en zuidelijke zoekgebied (Craeymeersch et al., 1990), wordt deze als apart deelgebied gedefinieerd.

Om het effect van de maatregelen te kunnen meten is uitgegaan van zowel een referentiegebied ten noorden als ten zuiden van het gebied waarin het Zeereservaat is gepland, waarin de maatregelen niet gaan gelden. De ecologie in het gebied rondom de Maasvlakte maakte het moeilijk om representatieve referentiegebieden te vinden omdat de Rijn een significante invloed op de ecologie in

het noorden van het gebied heeft, de Schelde in het zuiden. Bovendien is er nog wel een verbinding tussen de Voordelta en de Oosterschelde, maar niet meer tussen de Voordelta en de Grevelingen. Ook de geomorfologie laat duidelijke verschillen zien tussen en binnen de studiegebieden.

Kaart 5.1 geeft de ligging van de gekozen referentiegebieden:

- het noordelijke referentiegebied: in dit gebied wordt de Tweede Maasvlakte aangelegd. Het gebied dient om het effect van het nieuw aan te leggen gebied op zijn omgeving te volgen;
- het zuidelijke referentiegebied: dit gebied herbergt de meeste ecomorfologische structuren die ook in het zoekgebied Zeereservaat voorkomen (Craeymeersch et al., 1990).

5.1.2 Methode van bemonstering op benthos

In het kader van de nulmeting is in 2004 en 2005 het benthos in het zoekgebied Zeereservaat en de referentiegebieden gemonsterd. De vijf deelgebieden zijn verdeeld in 50 tot 100 vakken met een ongeveer gelijke oppervlakte, met een totaal van 402 vakken. Binnen elk vak is willekeurig een monsterpunt bepaald. Dit resulteert in een gelijke spreiding van de monsterpunten over het onderzoeksgebied. Op ieder monsterpunt worden 2 monsters genomen: één met de box-corer en één met de bodemschaaf, en de waterdiepte geme-



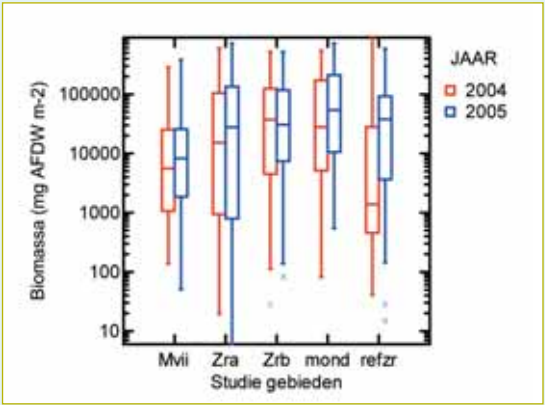
Bodemschaaf © Monitoring Taakgroep (NIOO-CEME)



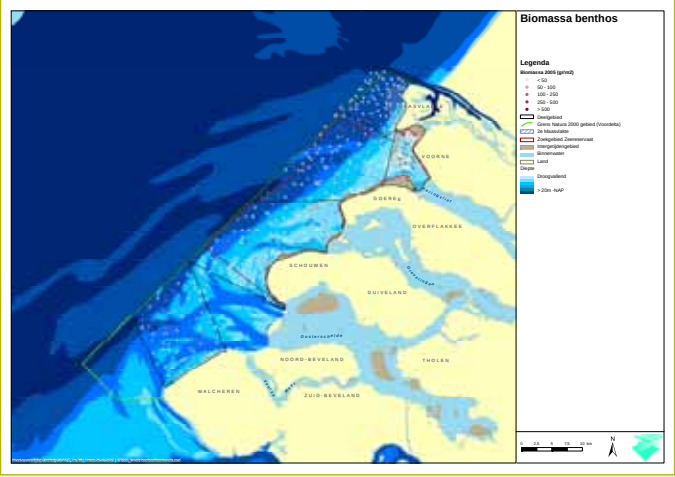
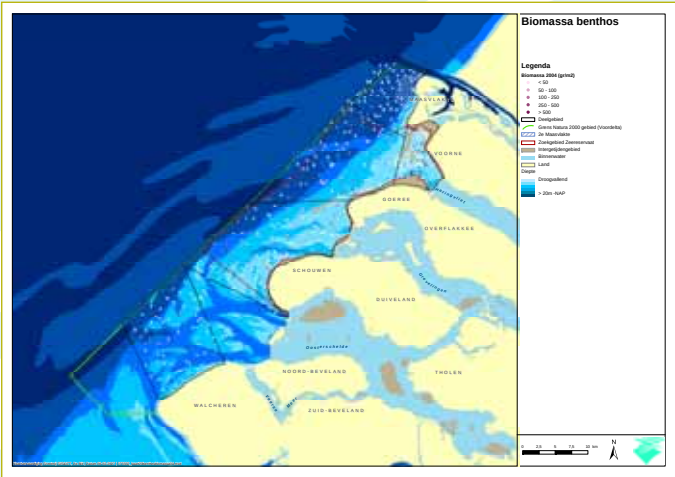
Box-corer © Monitoring Taakgroep (NIOO-CEME)

ten. De bodemschaaf kan monsters dieper in het sediment pakken en is efficiënter in bemonstering. Om dezelfde variantie te bereiken zijn er minder trekkingen met een bodemschaaf nodig dan met de box-corer. De bemonsteringstechniek wordt uitgebreid beschreven door Craeymeersch et al. (2005a). In de monsters van de box-corer wordt de sedimentsamenstelling bepaald. Deze monsters worden gezeefd over een maaswijdte van 1 mm, de bodemschaafmonsters over een maaswijdte van 5 mm. De punten zijn bemonsterd in de herfst van 2004 (Craeymeersch et al., 2004) en in de herfst van 2005 (Craeymeersch et al., 2005b). Per monsterpunt zijn de gevonden organismen geteld en gewogen, de monsters uit de box-corer zijn ook verast om het asvrijdrooggewicht (AFDW) te

bepalen. Uit deze gegevens werd informatie over biomassa, dichtheid en diversiteit afgeleid.



Figuur 5.1: Biomassa bodemdieren per deelgebied



Kaart 5.2: Verspreiding van de biomassa in 2004 en 2004 op basis van de box-corer monsters

Tabel 5.1: Gemiddelde biomassa per klasse (box-corer monsters)

Klasse	Gemiddelde biomassa (g AFDW/m ²)	
	2004	2005
Polychaeta (borstelwormen)	2,2	5,2
Crustacea (kreeftachtigen)	0,31	1,3
Bivalva (tweekleppigen)	65	67
Gastropoda (slakken)	0,22	0,53
Stelleroidea (zeesterren)	<0,1	0,66
Pycnogonida (zeespinnen)	<0,1	<0,1
Echinodea (zee-egels)	2,0	3,4
Ascidacea (zakpijpen)	<0,1	niet aangetroffen

5.1.3 Biomassa bodemdieren

Uit de nulmeting is per monsterpunt de biomassa bepaald (g AFDW/ m²). De hoogst gevonden biomassa op een monsterpunt bedroeg 0.97 kg AFDW/ m² in 2004 en 0.72 kg AFDW / m² in 2005. Kaart 5.2 toont de verspreiding van de bodemdieren. Figuur 5.1 laat de gemiddelde biomassa per deelgebied in beide monsterjaren zien, tabel 5.1 geeft de gemiddelde biomassa per klasse. De biomassa's in het zuidelijke zoekgebied en het zoekgebied Haringvlietmonding zijn significant hoger dan de biomassa in het noordelijke zoekgebied. De biomassa's in het noordelijke zoekgebied en het referentiegebied Walcheren zijn significant lager dan die in het zuidelijke zoekgebied en de Haringvlietmonding, maar verschillen niet significant van de biomassa in het noordelijke zoekgebied. Er is met behulp van habitatmodellering getracht de verspreiding van de biomassa te verklaren aan de hand van de stroomsnelheid, diepte, zoutgehalte en sediment. Totaal kon slechts 21% van de variantie in de biomassagegevens door deze abiotische variabelen worden verklaard. Het grootste deel hiervan kwam voor rekening van het sediment en zout (beide 8%). Waterdiepte droeg voor slechts 3% bij aan de verklaarde variantie.

Het onderscheidend vermogen is de capaciteit om reële veranderingen in de biomassa van bodemdieren waar te nemen. Het onderscheidend vermogen is uit te rekenen (voor de methode zie Steenbergen

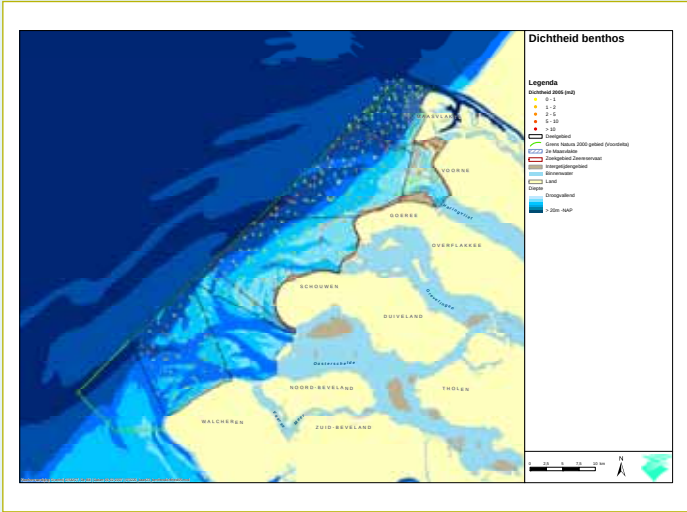
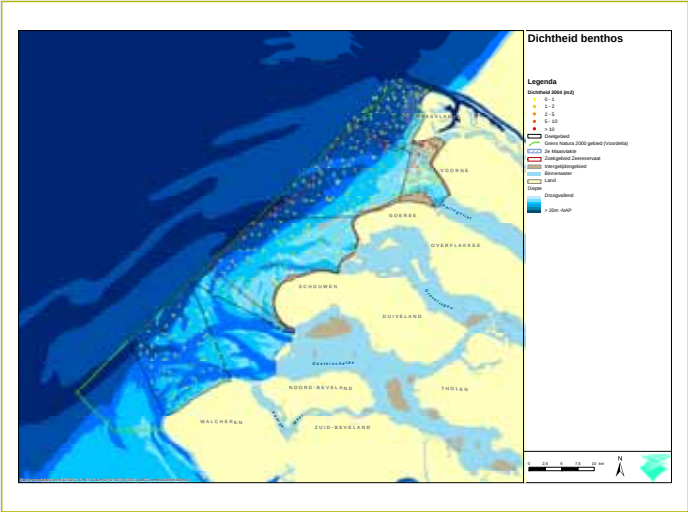
& Escaravage (2006)) op basis van de nulmetingen. Voor het hele gebied is het onderscheidend vermogen 22%. Dit betekent dat veranderingen vanaf 22% waarneembaar zijn met de huidige dataset. Voor de deelgebieden gelden de volgende percentages:

noordelijk zoekgebied	43%*
zuidelijk zoekgebied	40%
Haringvlietmonding	51%
referentiegebied Maasvlakte	61%
referentiegebied Walcheren	61%

**dus als alleen het noordelijk zoekgebied wordt beschouwd zijn veranderingen vanaf 43% waarneembaar met de huidige dataset*

5.1.4 Dichtheid bodemdieren

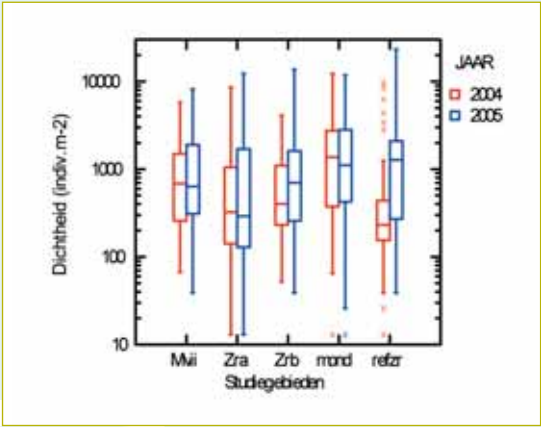
Uit de nulmeting is ook de dichtheid bepaald (aantal organismen per vierkante meter). Kaart 5.3 geeft de dichtheden in beide jaren van bemonstering. Polychaeten bepalen de hoogste dichtheden organismen, zij komen met een dichtheid van gemiddeld meer dan 700 exemplaren per m² voor. Ook de Crustaceen zijn goed vertegenwoordigd met een dichtheid van meer dan 100 exemplaren per m². Tabel 5.2 laat de gemiddelde dichtheid per klasse zien.



Kaart 5.3: Dichtheden gevonden in de Nulmeting in 2004 en 2005.

Tabel 5.2: Gemiddelde dichtheid per klasse (box-corer monsters)

Klasse	2004	2005
Polychaeta	705	758
Crustacea	125	136
Bivalva	211	575
Gastropoda	2,8	4,9
Stelleroidea	2,8	18
Pycnogonida	0,1	0,1
Echinodea	6,2	21
Ascidacea	<0,1	niet aangetroffen



Figuur 5.2: Dichtheden van bodemdieren in de diverse deelgebieden

Figuur 5.2 laat de dichtheden per deelgebied in beide studie jaren zien. De dichtheden zijn het hoogst in het zoekgebied Haringvlietmonding, de dichtheden zijn hier significant hoger vergeleken met de andere deelgebieden. De dichtheden in het zuidelijke zoekgebied zijn weer significant lager dan in het referentiegebied Maasvlakte en het noordelijke zoekgebied. Ook voor dichtheid is geprobeerd de dichtheid te verklaren aan de hand van beschikbare gegevens over abiotiek (gemiddelde korrelgrootte, stroom-

snelheid, diepte, saliniteit). 32% Van de verspreiding kon worden verklaard aan de hand van de abiotiek. Het grootste deel hiervan, namelijk 20% werd verklaard door de gemiddelde korrelgrootte. De andere drie speelde een veel mindere rol: 6% door saliniteit, 4% door diepte en 2% door stroomsnelheden. Voor het hele gebied is het onderscheidend vermogen (zie ook biomassa) 22%. Dit betekent dat veranderingen vanaf 22% waarneembaar zijn met de huidige dataset.

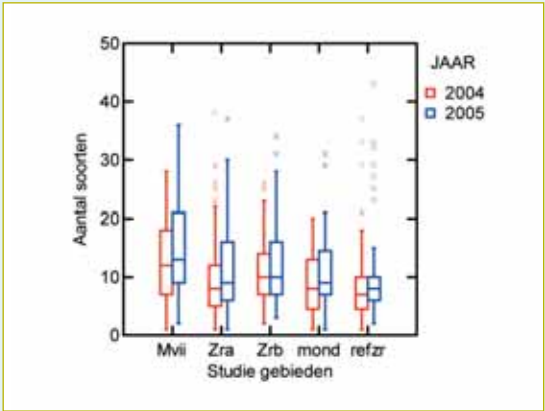
Voor de aparte deelgebieden gelden de volgende percentages:

noordelijk zoekgebied	48%*
zuidelijk zoekgebied	39%
Haringvlietmonding	46%
referentiegebied Maasvlakte	35%
referentiegebied Walcheren	62%

**dus als alleen het noordelijk zoekgebied wordt beschouwd zijn veranderingen vanaf 43% waarneembaar met de huidige dataset*

5.1.5 Diversiteit bodemdieren

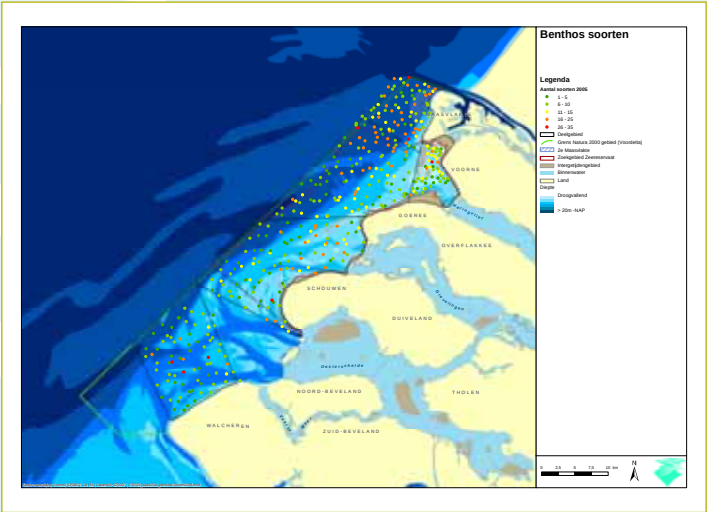
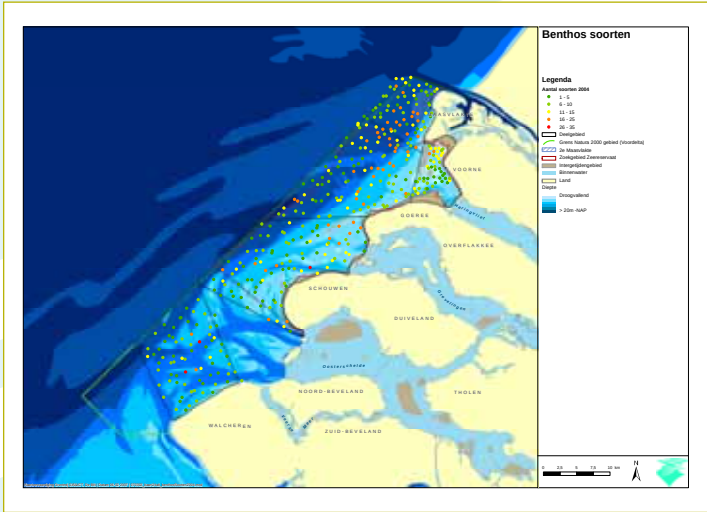
De volgende parameter waarnaar is gekeken is de diversiteit. Diversiteit wordt onderverdeeld in rijkheid (richness) van het gebied, en evenwichtigheid (evenness). De rijkheid wordt uitgedrukt als het aantal soorten, evenwichtigheid is de mate waarin soorten voorkomen. Een systeem heeft de grootste evenwichtigheid als alle soorten evenveel voorkomen. In dit rapport is de Shannon-index als maat voor evenwichtigheid gebruikt. Deze index ligt tussen 0 en 1, waarbij 0 duidt op een lage evenwichtigheid en naar mate het getal hoger wordt, zijn de soorten evenwichtiger verdeeld. In bijlage 16.3 wordt de Shannon-index verder toegelicht.



Figuur 5.3: aantal soorten per deelgebied in de twee studie-jaren van de Nulmeting

Tabel 5.3: Aantal soorten per klasse (box-corer monsters)

Klasse		Aantal soorten	
		2004	2005
Polychaeta	borstelwormen	50	53
Crustacea	kreeftachtigen	46	57
Bivalva	tweekleppigen	15	15
Gastropoda	slakken	5	7
Stelleroidea	zeesterren	3	4
Pycnogonida	zeespinnen	1	3
Echinodea	zee-egels	1	1
Ascidacea	zakpijpen	1	0
Mollusca	weekdieren	1	1



Kaart 5.4: Aantal soorten in de Nulmeting in 2004 en 2005

Rijkheid

In alle box-corer monsters zijn in 2004 totaal 123 soorten waargenomen, in 2005 141 soorten. In 2004 werden gemiddeld 10 soorten in een monster aangetroffen en in 2005 8,8 soorten. Welke soorten in welk jaar zijn aangetroffen wordt weergegeven in tabel 5.3. In deze tabel is te zien dat in 2004 de meeste soorten tot de klasse der Polychaeten behoorden, gevold door Crustaceën. Een jaar later is dat omgekeerd.

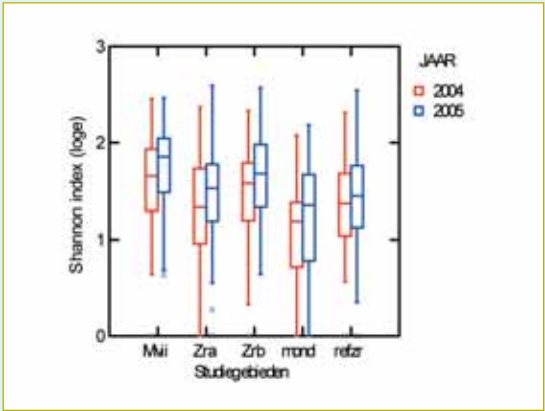
Zoals op kaart 5.4 te zien is, is de verdeling van het aantal soorten over de verschillende deelgebieden niet homogeen. Figuur 5.3 laat dit ook per deelgebied zien. Het aantal soorten in de drie verschillende deelgebieden in het zoekgebied verschilt niet significant van elkaar. Het aantal soorten in het referentiegebied Maasvlakte is significant hoger dan in het zoekgebied. Het aantal soorten in het referentiegebied Walcheren is significant lager dan het aantal soorten in het noordelijke zoekgebied. Aan de hand van een aantal abiotische variabelen (sediment, stroomsnelheid, diepte en zout) is geprobeerd het aantal soorten op een monsterpunt te verklaren. Totaal kon 38% van de variantie verklaard worden door deze abiotische variabelen. De verschillende variabelen droegen hierin als volgt bij:

sediment:	20%
diepte:	14%
stroomsnelheid:	2%
zout:	2%

Voor het hele gebied is het onderscheidend vermogen (zie biomassa) 9%. Dit betekent dat veranderingen vanaf 9% waarneembaar zijn met de huidige dataset. Voor de aparte deelgebieden gelden de volgende percentages:

noordelijk zoekgebied	21%*
zuidelijk zoekgebied	17%
Haringvlietmonding	22%
referentiegebied Maasvlakte	17%
referentiegebied Walcheren	25%

dus wanneer alleen het noordelijk zoekgebied wordt beschouwd zijn veranderingen vanaf 21% waarneembaar met de huidige dataset



Figuur 5.4: De Shannon-index in de verschillende deelgebieden

Evenwichtigheid

Kaart 5.5 geeft een ruimtelijk beeld van de evenwichtigheid uitgedrukt in de Shannon-index. De kaarten laten duidelijke patronen zien in de diverse deelgebieden van het onderzoeksgebied. Er zijn overeenkomsten te zien tussen 2004 en 2005 (figuur 5.4)

5.2 De historische ontwikkelingen van bodemdieren

(Wijnhoven et al., 2006)

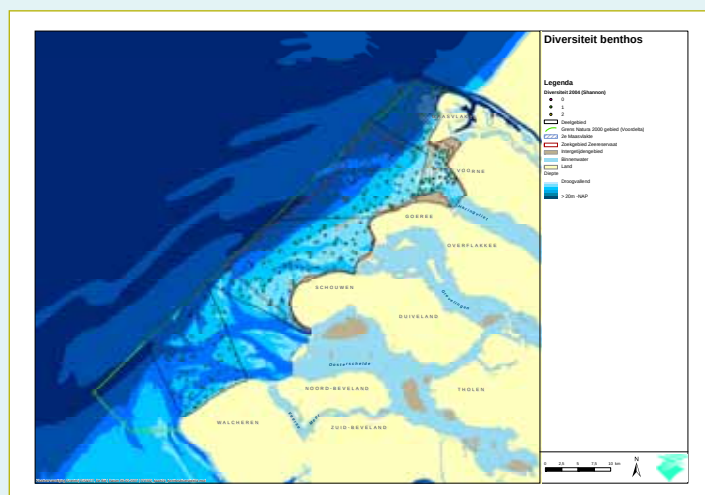
5.2.1 Zoekgebied Zeereservaat

Het zoekgebied Zeereservaat is opgesplitst in drie deelgebieden: het noordelijke zoekgebied, het zuidelijke zoekgebied en het zoekgebied Haringvlietmonding.

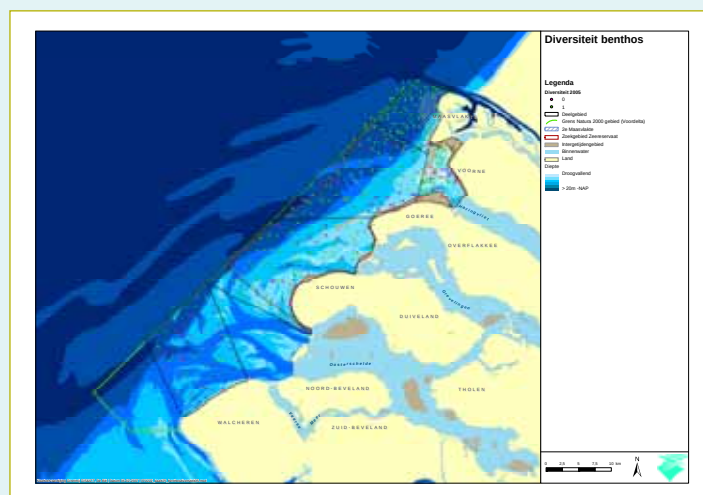
Biomassa

Vanaf 1983 zijn gegevens bekend over de biomassa in de zoekgebieden. Wanneer de gegevens van alle jaren worden gemiddeld en geanalyseerd, heeft het zuidelijke zoekgebied de hoogste biomassa, gevolgd door het zoekgebied Haringvlietmonding en het noordelijke zoekgebied. Alle verschillen zijn significant.

Een trendanalyse laat zien dat er veranderingen



Kaart 5.5: Diversiteit in 2004 en 2005



in de tijd zijn opgetreden in de verschillende deelgebieden. In het zoekgebied Haringvlietmonding en in het zuidelijke zoekgebied neemt de biomassa in de loop van de tijd significant toe. In het noordelijke zoekgebied neemt de biomassa in de periode 1983-1997 af, maar in de periode 1995-2005 weer toe. Over de gehele periode (1983-2005) in het noordelijk zoekgebied resulteert dit in een, volgens de trendanalyse, significante toename. Geconcludeerd kan worden dat de drie deelgebieden in het zoekgebied Zeereservaat van elkaar verschillen qua biomassa, maar dat in alle gebieden sinds 1995 sprake is van een toename van de biomassa in de loop der tijd. Het is duidelijk dat er veel variatie in biomassa in de tijd is.

Dichtheid

Gegevens over de dichtheid in de deelgebieden in het zoekgebied Zeereservaat zijn vanaf 1982 beschikbaar. Als alle jaren worden gemiddeld en tezamen worden beschouwd is er geen verschil in dichtheid te constateren tussen het noordelijke en zuidelijke zoekgebied. De dichtheden in het zoekgebied Haringvlietmonding zijn significant hoger dan in de andere twee deelgebieden. Een trendanalyse laat zien dat de dichtheden in de tijd nauwelijks zijn veranderd. In het zoekgebied Haringvlietmonding en het zuidelijke zoekgebied

neemt de dichtheid in de periode 1982-2005 niet significant toe of af. In het noordelijke zoekgebied neemt de dichtheid in de periode 1983-1996 significant af, om in de periode 1996-2005 weer significant toe te nemen. Over de gehele periode is echter geen significante toe- of afname te vinden. Geconcludeerd kan worden dat de dichtheden in het noordelijke en zuidelijke deel van het zoekgebied niet verschillen, en dat er in het hele gebied tussen 1982 en 2005 geen echte veranderingen in dichtheid zijn opgetreden.

Evenwichtigheid tussen de soorten

Over de gehele beschouwde periode verschilt de evenwichtigheid tussen de soorten niet tussen het noordelijke en zuidelijke zoekgebied. In het zoekgebied Haringvlietmonding is de diversiteit significant lager. In de loop der tijd (1983-2005) is de evenwichtigheid van de soorten in het zoekgebied Haringvlietmonding aan het toenemen. Dit wordt vooral veroorzaakt door een toename in de periode 1983-1996. In de periode 1996-2005 nam de diversiteit in dit deelgebied niet meer significant toe of af. In het noordelijke zoekgebied is de diversiteit in de periode 1983-2005 niet significant toe- of afgenomen. In het zuidelijke deel is sprake van een significante afname van de diversiteit over de hele periode, die wordt veroorzaakt door de latere peri-



ode. Geconcludeerd kan worden dat de diversiteit niet verschilt tussen het noordelijke en zuidelijke zoekgebied. De trend is in alle drie gebieden verschillend.

Levensgemeenschappen

De samenstelling van de bodemdierlevensgemeenschap verschilt niet veel tussen het noordelijke en zuidelijke zoekgebied. Het zoekgebied Haringvlietmonding vertoont echter een heel andere levensgemeenschap.

5.2.2 De referentiegebieden

Bij het starten van de nulmeting zijn twee referentiegebieden aangewezen: het referentiegebied Maasvlakte en het referentiegebied Walcheren (5.1.1). Naast informatie over deze twee referentiegebieden is er informatie over de Oosterscheldemonding en de Westerscheldemonding voor handen, welke in deze paragraaf is gebruikt.

Biomassa

Bij het beschouwen van de biomassa zonder rekening te houden met de tijd (alle jaren gemiddeld), blijkt dat het referentiegebied Maasvlakte qua biomassa niet significant afwijkt van het zoekgebied Haringvlietmonding, maar wel een significant lagere biomassa heeft vergeleken met het noordelijke en zuidelijke zoekgebied. De biomassa in het referentiegebied Walcheren wijkt niet significant af van de biomassa in het hele zoekgebied. Dit geldt ook voor de biomassa in de Oosterscheldemonding. De biomassa in de Westerscheldemonding is significant lager vergeleken met het hele zoekgebied.

Over de periode van 1983 tot 2005 is de biomassa in het referentiegebied Maasvlakte en de Oosterscheldemonding niet significant toe- of afgenomen. In het referentiegebied Walcheren is sprake van een significante toename. Deze ontwikkeling in het referentiegebied Walcheren is in lijn met de ontwikkelingen in het zoekgebied Zeereservaat, waar de biomassa's ook zijn toegenomen.

Geconcludeerd kan worden dat vooral het referentiegebied Walcheren representatief is voor de

biomassa in het zoekgebied Zeereservaat. Mogelijk is de Oosterscheldemonding een alternatief referentiegebied.

Dichtheid

Wanneer dichtheden zonder rekening te houden met de tijd worden beschouwd (alle jaren gemiddeld), wijken de dichtheden in het referentiegebied Maasvlakte en in de Oosterscheldemonding niet significant af van de dichtheid in het noordelijke en zuidelijke zoekgebied, maar beiden zijn wel significant lager vergeleken met het zoekgebied Haringvlietmonding. De dichtheden in het referentiegebied Walcheren en in de Westerscheldemonding zijn significant lager vergeleken met de deelgebieden in het zoekgebied.

De dichtheid in het referentiegebied Walcheren is in de loop der tijd significant gestegen, terwijl deze in de Oosterscheldemonding significant is gedaald. Alleen de dichtheid in het referentiegebied Maasvlakte volgt de ontwikkeling van de dichtheid in het zoekgebied, namelijk geen significante veranderingen.

Geconcludeerd kan worden dat het referentiegebied Maasvlakte vooral representatief is voor de dichtheid in het zoekgebied Zeereservaat.

Evenwichtigheid van soorten

De evenwichtigheid van soorten, uitgedrukt als Shannon-index, is in het referentiegebied Maasvlakte significant hoger dan het zoekgebied Zeereservaat. Het referentiegebied Walcheren wijkt qua evenwichtigheid niet significant af van het noordelijke en zuidelijke zoekgebied, maar heeft een hogere Shannon-index dan het zoekgebied Haringvlietmonding. De Oosterscheldemonding kent een hogere Shannon-index dan het zoekgebied Haringvlietmonding en het noordelijke zoekgebied, maar wijkt niet significant af van het zuidelijke zoekgebied. De Westerscheldemonding tenslotte, heeft een gelijke evenwichtigheid van soorten als het zoekgebied Haringvlietmonding, en deze is lager dan in de andere twee deelgebieden in het zoekgebied.

De Shannon-index in het referentiegebied Maasvlakte laat een significant stijgende trend zien, net





Uitzoeken van bodemdieren © Monitoring Taakgroep (NIOO-CEME)

als in het zoekgebied Haringvlietmonding. In de Oosterscheldemonding blijft de index constant, net als in het noordelijke zoekgebied. In het referentiegebied Walcheren neemt de Shannon-index significant af, net als in het zuidelijke zoekgebied.

Levensgemeenschappen

De samenstelling van de levensgemeenschap in het zoekgebied Haringvlietmonding is in geen enkel referentiegebied terug te vinden. De samenstelling van de levensgemeenschappen in het referentiegebied Maasvlakte is min of meer gelijk aan die in het noordelijke en zuidelijke zoekgebied. Het referentiegebied Walcheren en de Oosterscheldemonding wijken wat meer af van de samenstelling in beide deelgebieden en de samenstelling in de Westerscheldemonding is helemaal anders.

5.3 Trofische niveau's in het ecosysteem

Het trofisch niveau is de plaats van een soort of soortengroep in het voedselweb. De samenstelling van verschillende trofische niveaus zegt iets over de samenstelling en stabiliteit van het ecosysteem. De indeling van de trofische niveaus gebeurt in de ecologie vaak op basis van het trofische niveau van de voedselbron. Een andere indeling is niet zozeer gebaseerd op welk voedsel als voornaamste energiebron dient, maar vooral waar gefoerageerd wordt: in de bodem, op de bodem, in de waterkolom of op meerdere plaatsen.

In een ecosysteem nemen bodemdieren een belangrijke plaats in. Zij zijn consumenten van organisch materiaal, maar velen worden uiteindelijk zelf ook weer voedsel voor predatoren (zoals andere bodemdieren, vissen en vogels). Dieren worden aangemerkt als herbivoor (planteneter), carnivoor/predator (vleeseter), omnivoor (alleseter), detrivoor





(detrituseter) of bacterivoor (bacterie-eter). Een veelheid aan factoren, bijvoorbeeld zoutgehalte, hydrodynamiek en bodemgesteldheid, bepaalt of een soort op een bepaalde plaats kan leven of niet. In gebieden met veel slib komen bijvoorbeeld meer bodemdieren voor dan op zandbodems en ook de samenstelling van de bodemdieren verschilt. Slibbodems bevatten veel meer organische resten, waardoor er voor bodemdieren meer voedsel beschikbaar is.

Bodemdieren kunnen op verschillende manieren aan hun voedsel komen. Hieronder volgt een korte uitleg over de indeling in trofische niveaus zowel op basis van de voedselbron als op basis van foera-geomethode.

5.3.1 Indeling op trofisch niveau van de voedselbron

Herbivoren

Herbivoren eten plantaardig materiaal. Zij zijn dus de directe consumenten van de primaire productie in het systeem. Het voedsel kan bestaan uit algenmateriaal uit de waterkolom, veel schelpdieren filteren bijvoorbeeld algen uit het water. Het voedsel kan ook bestaan uit microfytobenthos, eencellige algen, voornamelijk diatomeeën die op de bodem groeien. Herbivoren eten in principe ook macroalgen of zeegras, maar dat komt in het doelgebied zeer weinig voor. Herbivoren zijn alleen aangetroffen in het referentiegebied Walcheren.

Predatoren

Predatoren - roofdieren - halen hun energie voornamelijk uit een hoger trofisch niveau. Zij eten andere consumenten zoals herbivoren. Zeesterren bijvoorbeeld prederen op schelpdieren. Maar de voedselbronnen kunnen ook bacterivoren of detrivoren zijn (Hamels et al., 2001; Moens et al., 1999). Predatoren komen in de gehele Voordelta voor, soms in dichtheden van meer dan 1000 dieren per m².

Detrivoren

Detrivoren zijn detrituseters. Detritus is dood organisch materiaal. Dit kunnen afgestorven algen zijn, maar het kan ook faecaal materiaal (uitwerpselen) zijn. De energetische waarde van detritus is over het algemeen minder dan van levend materiaal (Dauwe et al., 1998). Veel dieren die in de bodem leven zijn afhankelijk van detritus, bijvoorbeeld nematoden (van Oevelen et al., 2006).

Bacterivoren

Bacterivoren zijn dieren die gespecialiseerd zijn in het eten van bacteriën. Voor het overgrote deel betreft dit microorganismen zoals flagellaten en ciliaten. Er zijn een aantal grotere organismen, met name nematoden die ook gespecialiseerd zijn in het eten van bacteriën (van Oevelen et al., 2006).

Omnivoren

Omnivoor betekent alleseter. In de ecologie wordt hieronder verstaan: dieren die van verschillende trofische niveaus eten, dit kunnen dieren zijn, die zowel plantaardig als dierlijk materiaal eten. Een voorbeeld hiervan is de mossel die zowel plantaardig als dierlijk plankton uit het water filtert. Het kan echter ook betrekking hebben op dieren die soms op detritus en soms op plantaardig materiaal foerageren (HilleRisLambers et al., 2006). Omnivorie is meer regel dan uitzondering onder mariene bodemdieren, met name onder bodemdieren van zachte sedimenten. Veel organismen in de bodem eten zowel detritus als bacteriën als micro- en meiofauna (HilleRisLambers et al., 2006). Heel veel dieren die via filtratie hun voedsel verzamelen, zoals Mosselen, *Spisula*, en *Ensis spec.* foerageren ook niet of weinig selectief. Ze eten zowel fytoplankton als zooplankton en detritus. Wel zijn de meeste schelpdieren voor het belangrijkste deel van hun voedsel afhankelijk van fytoplankton. Omnivoren komen in de gehele Voordelta voor. De dichtheden liggen over het algemeen niet hoger dan 300 dieren per m².





5.3.2 Indeling op foerageermethode

(Subsurface) deposit feeders

Deze bodemdieren, ook wel sedimenteters genoemd, leven ingegraven in de bodem en eten sediment. Hieruit halen ze de organische bestanddelen (detritus, bacteriën, algen). Deze groep is karakteristiek voor een voedselrijk gebied met een hoge dynamiek (beweeglijkheid) van het sediment. Subsurface deposit feeders hebben een belangrijke rol in het mengen van de bodem. Het transport van materiaal dat op het oppervlak sedimenteert naar diepere lagen gaat veel sneller in een gebied dat gedomineerd wordt door deposit feeders dan in een gebied dat gedomineerd wordt door filter feeders (Josefson et al., 2002).

Ook deposit feeders komen in het gehele gebied voor. Wel lijkt het erop dat de dichtheden nabij de kust hoger zijn dan meer zeewaarts. Dit zou wellicht aan bodemdynamiek of andere morfologische processen kunnen worden gekoppeld, zoals bijvoorbeeld het erosie/sedimentatiepatroon (zie kaart 3.1). In het kader van dit rapport is dat niet verder onderzocht.

Surface deposit feeders

Deze bodemdieren, ook wel oppervlakte-sedimenteters genoemd, eten van de bovenste laag van het sediment. Dit deel is doorgaans rijk aan organische bestanddelen. De (schelp)dieren die tot deze groep behoren zuigen het sediment op met behulp van siphonen - buisvormige organen - die ze als stofzuigertjes over het oppervlak bewegen. Andere soorten, met name de Gastropoda (slakken) schrapen het organisch rijke top laagje af van het sediment met een schraaptong (radula). Deze groep is selectief wat betreft de grootte van de voedseldeeltjes. Gastropoda kunnen een belangrijke impact hebben op de morfologie van ondiepe gebieden. Het organische materiaal in de bovenste laag van het sediment, bestaat voornamelijk uit bentische diatomeeën. Zij hebben een sterk stabiliserende werking op de bodem, waardoor slib en ander los materiaal minder gemakkelijk opwervelt. Door het wegeten van de bovenlaag wordt het onderliggende sediment veel gevoeliger voor erosie (Willows et al.,

1998). Dit kan grootschalige gevolgen hebben voor de morfologie van slikplaten en ondiepe gebieden (de Deckere et al., 2000). De surface deposit feeder komen in de gehele voordelta voor.

Filter feeders (suspension feeders)

Deze groep bodemdieren voedt zich met gesuspendeerd materiaal. Dit gebeurt met filtersystemen of met tentakels, waaiers, armen of een slijmnet. Doordat filter feeders hun voedsel uit het water filteren hebben ze een voorkeur voor een omgeving met relatief veel gesuspendeerd (zwevend) voedsel en relatief weinig gesuspendeerd slib. Dit omdat slib hun filtersystemen kan verstopen. Suspension feeding kan passief gebeuren of actief. In het eerste geval plaatst het dier filtersystemen in de waterkolom en wacht tot de waterstroom eetbare deeltjes in het filter transporteert. Een voorbeeld hiervan is de schelpkokerworm, *Lanice conchilega*. In het tweede geval pompt het dier water actief rondover een filterstructuur. Dit kan zowel boven het sediment (mosselen) of in het sediment gebeuren (Kokkels of Wadpieren). Veel dieren kunnen switchen tussen actief en passief filteren (Zeepokken). Filter feeders kunnen zowel op de bodem (epibenthisch) als in de bodem (endobenthisch) leven. Veel filter feeders hebben een zeer grote filtercapaciteit, mosselen bijvoorbeeld, filteren per individu gemakkelijk enkele liters water per uur (Møhlenberg & Riisgård, 1979).

Epibenthische filter feeders komen vaak in zeer grote dichtheden voor. Zij zijn voor hun voedselvoorziening afhankelijk van water, daarom hebben ze een voorkeur voor gebieden met een redelijke stroming. Sessiele soorten – soorten die zich vastzetten aan de bodem, zoals de mossel - kunnen zich niet alleen of in kleine groepjes handhaven op zacht sediment vanwege het gevaar van wegspoelen. Bovendien zijn sessiele organismen op sediment kwetsbaar voor predatoren. Mosselen en oesters vormen daarom vaak grote aaneengesloten banken die de zachte bodem veranderen tot een hard substraat. Dit heeft een grote impact op de bodem, de bodem fauna en op de waterstroom rond deze banken, op de transportsnelheid van deeltjes vanuit de waterkolom naar de bodem (van Duren et al.,





2006) en op de uitwisseling van nutriënten tussen de bodem en de waterkolom (Dame et al., 1991). Bovendien zorgt de grote dichtheid in combinatie met de individuele filtercapaciteit voor een grote gemeenschappelijke filtercapaciteit. Een mosselbank met een gemiddelde dichtheid van 2000 individuen per m² kan makkelijk meerdere kubieke meters per uur filtreren (van Duren et al. 2006). In goed gemengd ondiep water kunnen Mossel- en Oesterbanken een groot deel van de waterkolom vrijwel volledig leeg filtreren (Dolmer, 2000). Epibenthische filter feeders hebben een zo'n grote invloed op hun fysische leefomgeving dat zij worden aangemerkt als "ecosystem engineers". Endobenthische filter feeders hebben minder effect op de waterkolom omdat ze de bovenlaag van het sediment niet zo drastisch veranderen als epibenthische soorten. Echter, ook endobenthische filter feeders hebben een behoorlijke filtratiecapaciteit en zijn tevens in staat om de beweging van fytoplankton en ander zwevend materiaal substantieel te beïnvloeden (Riisgaard et al., 2004). De dieren bewegen zich door het sediment en woelen het daarmee om, daardoor hebben ze ook een grote invloed op de structuur van het sediment en de uitwisseling van opgeloste en gesuspendeerde stoffen tussen de bodem en het bovenliggende water (Widdows et al., 2000; Widdows et al., 2004). Ook veroorzaken zij een verhoogde erosie (Blanchard et al., 1997; Widdows et al., 2004). Een aantal endobenthische filter feeders als wadpieren en zagers graven gangen of burchten in het sediment waar water doorheen gepompt wordt. Behalve voedseldeeltjes worden hier ook andere stoffen als zuurstof mee het sediment in getransporteerd. De biogeochemie van het sediment verandert hierdoor sterk (Rippey & Jewson, 2004). Filter feeders komen in het hele studiegebied voor, dichtheden van meer dan 1000 organismen per m² zijn geen uitzondering.

Interface feeders

Net zoals omnivoren van verschillende trofische niveaus gebruikmaken, zijn er ook diverse bodemdieren die meerdere foerageermethoden toepassen. Interface feeders kunnen zowel voedsel uit



Opbrengst bodemschaaf © Monitoring Taakgroep (NIOO-CEME)

de waterkolom (filter feeder) als van de bodem (deposit feeder) halen (Taghon & Greene, 1992). Onder deze groep vallen een aantal schelpdieren zoals het Nonnetje (*Macoma balthica*), kleine kreeftachtigen als de Slijkgarnaal (*Corophium volutator*) en verschillende wormen. Deze soorten kunnen dus flexibel reageren op het voedselaanbod. Wanneer er veel gesuspendeerd materiaal is, zullen ze voornamelijk filtreren en als er veel voedsel op het sediment ligt zullen ze voornamelijk als deposit feeders functioneren.

Voor schelpdieren zoals het nonnetje brengt depositfeeding vaak meer op dan filtreren, maar doordat tijdens depositfeeding de siphon boven het sediment uitsteekt geeft dit een grotere kans op predatie. Veel platvissen zoals Schol eten de siphons van ingegraven schelpdieren (siphon-nipping) (de Goeij et al., 2004). Wanneer de siphon is afgebeten, blijft het schelpdier wel in leven en kan nog steeds filtreren, maar het maakt ze wel kwetsbaarder voor predatie door b.v. vogels.

Relatie tussen verschillende groepen

Bij verstoring van de omgeving zullen de filter feeders langzaam verdwijnen en vervangen worden door deposit feeders. Deze verschuiving in de manier van voedselopname kan bijvoorbeeld ontstaan als het voedsel op een andere manier wordt aangeboden. Door de hoge sedimentatie van organisch materiaal worden filter feeders ondergesneeuwd. Bovendien kunnen surface deposit feeders niet al het materiaal aan, waardoor een



deel van het gesedimenteerd organisch materiaal begraven kan worden en ten goede komt aan de subsurface deposit feeders (Holtman, 1999).

5.3.3 Karakteriseren tropische niveau's, de Infaunal Trophic index

Om de verschillende macrobenthosgemeenschappen te kunnen karakteriseren is door Word (1979) de Infaunal Trophic Index (ITI of IT-index) ontwikkeld. Deze geeft de trofische structuur van een macrobenthosgemeenschap weer als een getal tussen de 0 en 100.

De IT-index wordt bepaald aan de hand van een vaste selectie van het totaal aantal gevonden soorten. De soorten worden geselecteerd op grond van hun algemeenheid (zeldzame soorten vallen dus af) en hun dominantie. Omnivoren, predatoren en herbivoren worden niet meegerekend. De overgebleven representatieve soorten worden verdeeld in vier trofische groepen, namelijk:

1. suspension feeders
2. interface feeders
3. surface deposit feeders.
4. subsurface deposit feeders

Voor elk faunamonster kan bepaald worden hoeveel individuen van elke groep aanwezig zijn. Met behulp van de onderstaande formule kan dan de IT-index berekend worden.

$$ITIndex = 100 - \left(\frac{100}{3} * \left(\frac{F1 * n1 + F2 * n2 + F3 * n3 + F4 * n4}{n1 + n2 + n3 + n4} \right) \right)$$

waarin:

n1: aantal suspension feeders

n2: aantal interface feeders

n3: aantal surface deposit feeders

n4: aantal subsurface deposit feeders

Fx: vermenigvuldigingsfactor per groep:

F1 (suspension feeders) = 0

F2 (interface feeders) = 1

F3 (surface deposit feeders) = 2

F4 (subsurface deposit feeders) = 3

De vermenigvuldigingsfactoren F (0,1, 2 en 3) voor de aantallen in de teller zijn bedoeld om een

schaalverdeling te krijgen in de dominantie van de verschillende trofische groepen. Aan de hand van dit getal (ITI) is het in één oogopslag duidelijk welke groep dominant aanwezig is in een monster. Ligt de uitkomst dicht bij de 100 dan zijn suspension feeders (groep 1) dominant, ligt de uitkomst echter dicht bij de 0 dan zijn de subsurface deposit feeders (groep 4) dominant (Holtman, 1999). Uit onderzoek in zuid Californië door Word (1979) is gebleken dat daar de volgende verdeling geldt: suspension feeders zijn dominant als de index ligt tussen de 100 en 78, interface feeders tussen de 77 en 58, surface deposit feeders tussen de 57 en 25 en subsurface deposit feeders tussen 24 en 0. De IT-index zal bij aanhoudende menselijke activiteiten meestal naar de kant van de subsurface deposit feeders verschuiven, en dus nul naderen. Bij een ongestoord milieu, waarbij vooral suspension feeders en interface feeders het goed doen, zal de index juist dichtbij de 100 liggen (Word, 1979). In vergelijking met diversiteitsindices is de IT-index niet erg gevoelig voor fouten bij de bepaling van de soort. Een groot gedeelte van de soorten doet namelijk niet mee bij de berekening van deze index, bovendien is specifiek determineren meestal niet nodig. . Voor het bepalen van de IT-index zijn daarom alleen specialisten op het gebied van macrofauna nodig als binnen een bepaalde soort diverse voedingstypen voorkomen. Uit onderzoek is gebleken dat bij het gebruik van meerdere graadmeters de IT-index niet steeds in de pas loopt met andere macrofauna graadmeters, als dichtheid, biomassa en diversiteitsindexen. De IT-index kan hierdoor een ander (aanvullend) beeld geven van de structuur van de macrofauna. De IT-index is vergeleken met verschillende andere graadmeters, als infauna diversiteit, biomassa, dichtheid en mate van depositie van organisch materiaal. Daaruit bleek dat de IT-index het meest gevoelig is voor veranderingen in de structuur van de macrobenthosgemeenschap (Word, 1979).

Methode

Om de IT-index te kunnen gebruiken moet van de gevonden soorten in een bestandsopname uitgezocht worden in welke (feeder) groep ze



thuishoren. Bij het graadmeter onderzoek Noordzee (GONZ, Lavaleye, 1999) werd het aandeel van de verschillende soorten in de totale dichtheid en biomassa van een monster belangrijk geacht voor de soortenselectie. Bij dit onderzoek werd ook een lijst samengesteld van alle soorten die altijd minder dan 5% van de totale dichtheid of biomassa uitmaakten en van de soorten die soms meer dan 40% aan de dichtheid of biomassa bijdroegen.

Op grond van de volgende criteria werden de soorten voor het GONZ onderzoek voor de IT-index geselecteerd (Lavaleye, 1999):

1. de soorten moeten in ieder geval in meer dan twee monsters gevonden zijn;
2. alle soorten die altijd een dichtheid en/ of biomassa hebben van minder dan 5% van een monster doen niet mee;
3. soorten die omnivoor, predator, herbivoor of een niet nader te bepalen voedingswijze hebben vallen weg;
4. dominante soorten (soorten die één- of meerdere malen meer dan 40% van de dichtheid of biomassa van een monster uitmaken;
5. indicator soorten, ook als die niet voldoen aan punten 1,2 en 4.

In het GONZ onderzoek werd het dominant zijn van een soort in een monster (criterium 4) als het belangrijkste criterium gezien bij selectie op soorten.

De IT-index als parameter in de effectmeting

De IT-index kan als parameter worden gebruikt in de effectmeting. Daartoe moet de effectmeting bodemdieren zo worden ingericht, dat afleiden van de parameter haalbaar is. Ook moet de referentiesituatie aan de hand van de nulmeting en surveys teruggaande tot 1962 worden vastgelegd. Omdat de database van de nulmeting nog niet in de juiste trofische groepen is ingedeeld om de IT-index af te leiden, wordt hier volstaan met het aangeven van de mogelijkheden van de index, zonder een voorbeeld uit de nulmeting uit te werken.



Heremietkreeft © Joris Geurts van Kessel

5.4 De verhouding tussen r- en K-strategen als indicator

5.4.1 Theorie achter de r- en K-strategen

Een andere parameter om iets over de structuur van een ecosysteem te laten zien en een indruk te krijgen van de dynamiek in een systeem is de verhouding tussen r en K-strategen.

Macrobiotus heeft van nature een hoge fluctuatie in biomassa en dichtheid. Omdat de soorten die het ene jaar in grote dichtheid voorkomen een jaar later verdwenen kunnen zijn, is het vrijwel onmogelijk op korte termijn alleen op basis van biomassa en dichtheid uitspraken te doen over het effect van bepaalde ingrepen of maatregelen. Om het effect van maatregelen op relatief korte termijn te kunnen beoordelen moet dus gezocht worden naar meer stabiele parameters. Voorwaarde is uiteraard dat de parameters veranderen wanneer de mate van verstoring verandert. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan de gemiddelde leeftijd van langlevende soorten, de aanwezigheid van verschillende functionele groepen of verschillen in voortplantingsstrategie.

Een populatie groeit wanneer het aantal geboortes het aantal sterfgevallen overstijgt. Pianka (1970) geeft aan dat de groeisnelheid van een populatie



afhankelijk is van de volgende formule:

$$\frac{dN}{dt} = rN \left(1 - \frac{N}{K} \right)$$

Hierin is de grootte van een populatie (N) op een bepaald moment in de tijd (t) afhankelijk van de groeisnelheid (r) en de draagkracht van een systeem (K, carrying capacity). In de loop van de evolutie zijn er verschillende strategieën ontwikkeld om het aantal geboortes en het aantal sterfgevallen in evenwicht te houden. Er zijn soorten die slechts enkele nakomelingen krijgen waarvoor ze langere periode intensief zorgen (de zogenaamde K-strategen), en er zijn soorten die vele nakomelingen voortbrengen waar niet of nauwelijks naar omgekeken wordt (de zogenaamde r-strategen). Beide strategieën hebben tot doel, minimaal twee nakomelingen per ouderpaar voort te brengen. Welke strategie het meest succesvol is, is afhankelijk van de specifieke omstandigheden van een locatie. De termen van r- en K-strategen werden in 1967 geïntroduceerd door MacArthur & Wilson. Ze werden bij het bedenken van deze termen geïnspireerd door de bovenstaande formule.

Tabel 5.4 geeft een overzicht van onderscheidende parameters tussen r- en K- strategen (Pianka, 1970).

De verhouding (ratio) tussen het aantal soorten r-strategen en het aantal soorten K- strategen kan iets zeggen over de mate van verstoring in een gebied. Bij een r/K ratio hoger dan 1 zullen de r- strategen duidelijk in de meerderheid zijn. Dit

zou duiden op een instabiel milieu. Is de ratio juist kleiner dan 1 dan geldt het omgekeerde.

5.4.2 Methodiek

Om de r/K-ratio in de effectbeoordeling mee te nemen moeten de volgende stappen doorlopen worden:

- selecteren van een soortenlijst;
- r/K-ratio bepalen van de referentiesituatie;
- monsternamen & -analyse;
- r/K-ratio bepalen van de effectbeoordeling;
- verschillen/trend tussen nulmeting en effectbeoordeling onderzoeken.

In de onderstaande paragrafen worden de verschillende stappen uitgewerkt. Waar mogelijk zijn paragrafen afgesloten met een voorbeeld om de uitleg in de tekst te ondersteunen.

Selecteren van soortenlijst

Voor de selectie van r- en K-strategen wordt gebruikgemaakt van de methodiek van GONZ (Holtmann, 1999; Lavaleye, 1999). Over de biologie van de meeste macrofaunasoorten is nog weinig bekend. Specifieke gegevens over bijvoorbeeld maximale leeftijd, de leeftijd en grootte bij geslachtsrijpheid zijn vaak afwezig. Op grond van deze kenmerken is het daarom moeilijk een selectie te maken. Uit de literatuur zijn voor veel soorten wel maximale grootte en gemiddelde individuele gewichten bekend. Gemiddeld genomen hebben r-strategen een kleinere lichaamslengte en een lager

Tabel 5.4 Verschillen tussen r- en K-strategen (Pianka, 1970)

	r-strategie	K-strategie
Milieu	instabiele fauna	constant
Mortaliteit	soms catastrofaal	dichtheidsafhankelijk
Populatiegrootte	variabel in de tijd	relatief stabiel
Intra- en interspecifieke competitie	vaak zwak	vaak scherp
Groei	snel	langzaam
Reproductie	vroeg	op latere leeftijd
Lichaamsgrootte	klein	groot
Leeftijd	vaak < 1jr	meestal > 1 jr
Relevantie voor beleid	vaak pestsoort	specialist/indicatorsoort

gewicht dan K-strategen (zie tabel 5.4). Voor de soortselectie wordt hiervan gebruikgemaakt. De keuze van de absolute grenzen van de criteria zijn experimenteel en arbitrair bepaald. Uitgangspunt voor het vaststellen van de grenzen is, dat bij een zo laag mogelijk aantal soorten, de soortselectie over zoveel mogelijk monsters een bruikbaar getal oplevert. Als namelijk één van de twee strategen geen vertegenwoordiger in een monster heeft, wordt de ratio 0 ($r = 0$) of onbestaanbaar ($K = 0$). De volgende criteria zijn vastgesteld:

criteria voor r-strategen

- het gemiddelde gewicht van een (volwassen dier) mag nooit hoger zijn dan 0.5 mg AFDW (asvrij drooggewicht)
- de gemiddelde maximale lengte is kleiner of gelijk aan 3 cm;

criteria voor K-strategen

- het gemiddelde gewicht van een adult is hoger dan 250 mg AFDW
- de gemiddelde maximale lengte is groter of gelijk aan 3 cm.

In aanvulling op de bovenstaande criteria zijn enkele aanvullende randvoorwaarden geformuleerd:

- soorten waarvoor maximale lengte of gewicht niet bekend zijn, worden van de soortenlijst uit gesloten;
- hogere taxa worden niet meegenomen. Soorten in een taxa kunnen verschillende strategieën aanhangen en selectie op basis van gewicht of

lengte is niet mogelijk.

- Zeldzame soorten vallen af. Een definitie van 'zeldzaam' moet nog worden vastgesteld.

r/K-ratio bepalen van referentiesituatie

Als de r/K-ratio onderdeel wordt van de effectmeting is het noodzakelijk een goede referentie vast te stellen. Op dit moment is de r/K-ratio niet opgenomen in de bewerking van de nulmeting. De broedval van K-strategen heeft een sterke invloed op de ratio. Direct na de broedval worden hele hoge dichtheden van juveniele K-strategen gevonden. (Juveniele r-strategen zijn te klein voor de maaswijdte zeef en worden zodoende niet in de monsters aangetroffen.) Juveniele K-strategen dienen niet in de ratioberekening te worden meegenomen. In de database van de nulmeting wordt nu nog slechts beperkt onderscheid gemaakt tussen juvenielen en adulten. Voorafgaand aan de bepaling van de referentiewaarden van de r/K-ratio zal de database dus nog een bewerking moeten ondergaan.

Voor de daadwerkelijke bepaling van de r/K-ratio wordt van ieder monster het aantal soorten r-strategen en het aantal soorten K-strategen bepaald. De gevonden ratio geeft een beeld van de omstandigheden op de plaats van het monster. Bij een r/K-ratio hoger dan 1 zullen de r-strategen duidelijk in de meerderheid zijn. Dit zou duiden op een instabiele fauna. Is de ratio juist kleiner dan 1 dan geldt het omgekeerde.

Voorbeeld

Als voorbeeld van de bepaling van de r/K-ratio is van vier monsterpunten in een bepaald gebied het

Voorbeeld

Voorbeelden van r- en K- strategen die in de Voordelta voorkomen zijn:

r-strateeg	K-strateeg
<i>Capitella capitata</i> (Slangpier)	<i>Lanice conchilega</i> (Schelpkokerworm)
<i>Magelona mirabilis</i> (een borstelworm)	<i>Macoma balthica</i> (Nonnetje)
<i>Paraonis fulgens</i> (Kurketrekkerworm)	<i>Ensis arcuatus</i> var. <i>directus</i> (Mesheft)
<i>Abludomelita obtusata</i> (een vlokreeftje)	<i>Nephtys cirrosa</i> (Zandzager)
<i>Urothoe poseidonis</i> (een vlokreeftje)	<i>Echinocardium cordatum</i> (Zeeklit)

aantal soorten r-strategen en het aantal soorten K-strategen bepaald (zie tabel 5.5).

De r/K-ratio van één afzonderlijk monsterpunt kan op opeenvolgende jaren nogal wat fluctuaties vertonen. Zo'n afzonderlijk monsterpunt zegt dus weinig. Door een aantal monsterpunten samen te nemen (die in een zelfde gebied vallen) wegen de fluctuaties van de afzonderlijke monsterpunten minder zwaar, waardoor er een gemiddelde ontstaat. Deze r/K ratio zegt dan iets over de (verschuiving van) stabiliteit van het milieu in het gebied. In het fictieve voorbeeld (tabel 5.5) zou dus geconcludeerd kunnen worden dat de fauna in het gebied iets meer stabiel is geworden.

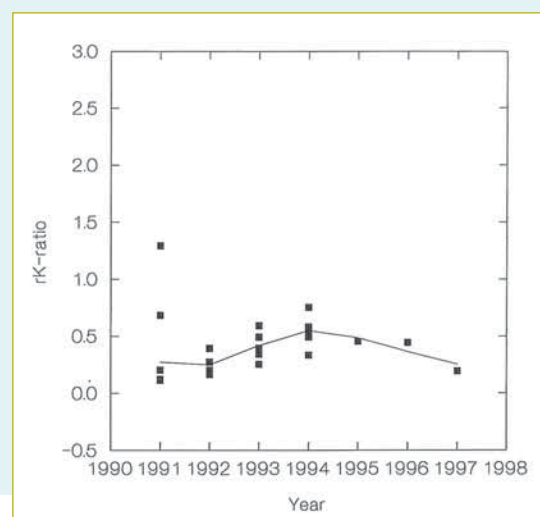
Als de r/K-ratio voor meerdere jaren bekend is kan deze ook in een grafiek over de verschillende jaren worden uitgezet. (figuur 5.5). De spreiding van de ratio per jaar (meerdere monsters op 1 station) en tussen jaren geeft ook een indicatie van de stabiliteit van het ecosysteem op een bepaalde locatie. In het voorbeeld van nevenstaande figuur liggen alle r/K-ratio's op één na beneden de 1. Dit betekent dat de K-strategen op het voorbeeldstation domineren. Ook de spreiding per jaar en in de tijd is gering. De fauna kan daarom worden aangeduid als relatief stabiel.

Monstername & -analyse

Om tot een bruikbare r/K-ratio te komen, moet tijdens het veldwerk aan de volgende randvoorwaarden worden voldaan:

- de resultaten van de nulmeting en de effectmeting moeten vergelijkbaar zijn, daarom moeten de gebruikte methodieken bij beide metingen gelijk zijn;

- het uitzoeken en determineren van de monsters vereist een zekere vaardigheid. De r-strategen zijn kleine beestjes en het is belangrijk dat ze tijdens het sorteren niet over het hoofd worden gezien. Bovendien moet determinatie goed gebeuren. r-strategen en juveniele K-strategen kunnen op elkaar lijken;
- er moet voorkomen worden dat de monsternamen zelf zo'n verstoring veroorzaakt, dat de resultaten erdoor kunnen worden beïnvloed (dat betekent dus niet elk jaar op exact dezelfde locatie een monster nemen).



Figuur 5.5: Voorbeeld grafiek r/K-ratio (Lavaleye, 1999).

Tabel 5.5: Fictief, illustratief voorbeeld waarbij de r/K-ratio van 4 monsterpunten is berekend in 2004 en 2005

Monsterpunt	2004			2005		
	r-strategen	K-strategen	r/K ratio	r-strategen	K-strategen	r/K ratio
1	10	8	1.25	12	11	1.1
2	9	11	0.82	10	12	0.83
3	3	9	0.33	6	6	1
4	22	18	1.22	15	18	0.83
Nx						
Totaal	44	46	0.96	43	47	0.91



5.5 Twee indicatieve soorten voor habitattype 1110

In hoofdstuk 4 is habitattype 1110 gekarakteriseerd. Bij bodemdieren zijn twee soorten gekozen als karakteristiek voor het habitattype, namelijk de Schelpkokerworm en het Nonnetje. In deze paragraaf wordt van beide soorten een ecologisch profiel gegeven en de huidige verspreiding in de Voordelta gepresenteerd. De effectschema's waaraan deze informatie ten grondslag ligt, zijn terug te vinden in paragraaf 11.1 voor Schelpkokerworm en paragraaf 11.2 voor het Nonnetje.

5.5.1 Schelpkokerworm (*Lanice conchilega*)

De schelpkokerworm is een veel voorkomende borstelworm. De soort wordt in de gehele Nederlandse kustzone, de deltawateren en de Waddenzee waargenomen (Lavaleye, 1999).

Voedsel

Schelpkokerwormen zijn passieve filter feeders (zie ook paragraaf 5.3). Voor hun voedsel zijn de wormen afhankelijk van gesuspendeerd organisch materiaal zoals fytoplankton, zoöplankton en detritus. Het voedselaanbod is o.a. afhankelijk van het seizoen, doorzicht en de waterkwaliteit. Naast het voedselaanbod is ook de voedselbeschikbaarheid van belang. Anorganische deeltjes in de waterkolom worden vaak ook door filter-feeders 'mee gefilterd'. Deze deeltjes zijn voor de worm niet bruikbaar en moeten weer worden uitgescheiden. Een hoge concentratie van anorganische deeltjes in de waterkolom kost de schelpkokerworm daarom veel tijd en energie. Dit gaat ten koste van de energieopbrengst van het voedsel. De voedselbeschikbaarheid heet in dergelijke gevallen laag.

Predatie

De schelpkokerworm zelf wordt bij gelegenheid in grote hoeveelheden gegeten door steltlopers als Wulp, Bonte Strandloper en Rosse Grutto (Leopold et al., 2004). Ook kleinere meeuwsoorten als de Kokmeeuw foerageren regelmatig op de worm



Schelpkokerworm © Joris Geurts van Kessel

(Petersen & Exo, 1999). Braber & de Groot (1973) vonden dat het dieet van jonge Schol voor een groot deel bestaat uit borstelwormen, waaronder de schelpkokerworm. Naar verwachting zal ook andere platvis en macrobenthos als krabben en garnalen op de schelpkokerworm foerageren. Hier is in de literatuur echter weinig van bekend. Bij de universiteit van Gent loopt momenteel (januari 2006) een onderzoek naar de predatiedruk van tong op schelpkokerwormen (pers. mededeling dr. Marijn Rabaut, Universiteit van Gent). De worm is echter van geen van de predatoren het stapelvoedsel. De predatiedruk in de Voordelta lijkt niet zodanig, dat de populatie eronder lijdt. De dichtheid en de reproductiesnelheid zijn voldoende hoog om de predatiedruk weerstand te bieden.

Abiotische voorkeuren

Het leefgebied van de schelpkokerworm spreidt zich uit van de laagwaterlijn tot een diepte van enkele tientallen meters. De worm heeft een voorkeur voor relatief zout water: bij diverse modelberekeningen neemt de dichtheid van de worm toe bij een toenemend zoutgehalte. Op basis van deze modelberekeningen ligt het optimum zoutgehalte





tussen 24 en 27 ‰ (RIKZ, 2004). De soort houdt van relatief sterke stroming of sterke golfbeweging en wordt zodoende vooral op zandbodems waargenomen, maar ook in slibbodems tussen stenen en rotsen worden waargenomen (www.soortenbank.nl). De maximale lengte is ca. 30 cm. De worm vormt een kokertje van stukjes schelp, zand en slijm dat circa 5 centimeter boven de bodem uitsteekt. Bovenaan zit een aantal zeer smalle gootjes van zandkorrels waarin tentakels liggen waarmee het dier zijn voedsel (gesuspenderd organisch materiaal) vangt (www.soortenbank.nl). Grote dichtheden van deze worm (de worm kan in dichtheden tot ca. 3000 exemplaren/m² voorkomen) kunnen invloed hebben op de sterkte en het patroon van de stroming (Peletier & Janssen, 2004). De schelpkokers van de wormen creëren op deze manier een micro-omgeving waarin gesuspenderd materiaal kan worden vastgezet. Met de verandering van de sedimentsamenstelling verandert ook de soortensamenstellingen (Hoey, 2005).

Effecten van bodemberoering

Bodemberoerende activiteiten zoals sleepnetvisserij, zandwinning en zandsuppletie kunnen direct sterfte van schelpkokerwormen tot gevolg hebben. De wormen worden bij dergelijke activiteiten respectievelijk kapot getrokken, opgezogen dan wel begraven. Als losgeraakte dieren onbeschadigd uit het sediment komen, zijn ze in staat opnieuw een buis te maken en zich te vestigen, als de omstandigheden nog steeds geschikt zijn (Hoey, 2005). Na bodemberoering kan herkolonisatie optreden. Strasser & Pieloth (2001) beschrijven de herkolonisatie van de schelpkokerworm in de Waddenzee, nadat de populatie in de winter van 1995/1996 door vorst geheel was verdwenen. De herkolonisatie was de eerste twee jaar zeer beperkt, in het derde jaar was echter een herstel van > 95% opgetreden. Larven lijken zich bij voorkeur af te zetten op de kokers van adulte wormen (Callaway, 2003). Mogelijk was de beperkte dichtheid schelpkokerwormen in de eerste twee jaar een oorzaak voor de lage herkolonisatie snelheid. In het derde jaar vond echter ook herkolonisatie plaats op locaties waar zich voorheen geen adulten bevonden. Mogelijk

was de populatie op metaniveau zodanig beïnvloed door de vorst, dat als gevolg van het lage aantal adulten slechts een beperkte broedval kon plaatsvinden (Strasser & Pieloth, 2001). Voorwaarde voor herkolonisatie is uiteraard dat (nog steeds) aan de eerder beschreven abiotische randvoorwaarden wordt voldaan.

Over de effecten van menselijk ingrepen op de populatie schelpkokerwormen is weinig bekend. De Universiteit van Gent onderzoekt momenteel (januari 2006) de effecten van boomkorvisserij op de schelpkokerworm populatie (pers. mededeling dr. Marijn Rabaut, Universiteit van Gent).

Verspreiding in de Voordelta

Kaart 5.6 laat de dichtheden van de schelpkokerworm in de Voordelta in 2004-2005 zien. De dichtheid van de schelpkokerworm is zowel over de oppervlakte van het gebied als in beide jaren wisselend. Er zijn meerdere locaties waarop in het ene jaar een hoge schelpkokerworm dichtheid is waargenomen terwijl de schelpkokerworm in het andere jaar afwezig was.

De biomassa van de schelpkokerworm heeft in de Voordelta een duidelijke relatie met de waargenomen dichtheden. Locaties met een relatief hoge dichtheid hebben ook een relatief hoge biomassa en andersom. Deze relatie is zowel binnen het hele gebied als tussen beide monsterjaren te zien.

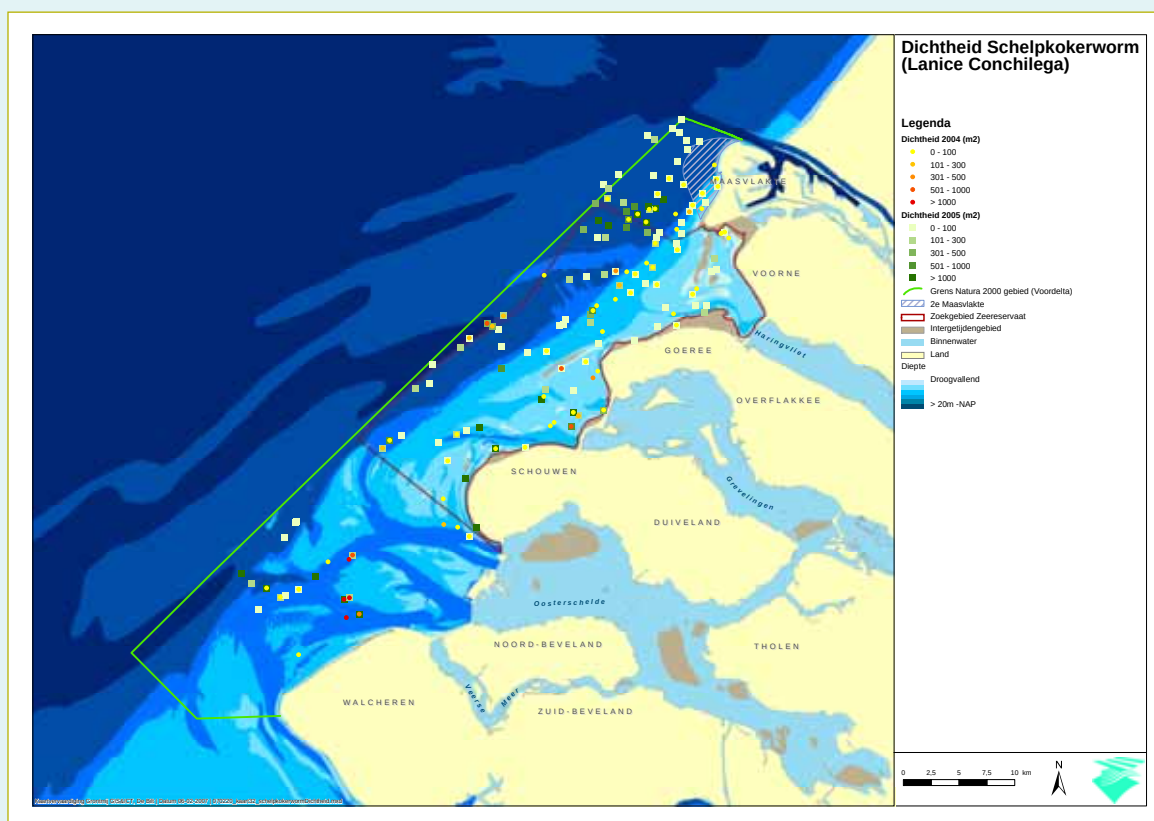
5.5.2 Nonnetje (*Macoma balthica*)

Het Nonnetje is een klein, breed-ovaal-driehoekig schelpdier. Maximale lengte is ongeveer 2.5 cm (www.soortenbank.nl). *Macoma balthica* leeft horizontaal of verticaal ingegraven in het sediment en houdt d.m.v. zijn siphons contact met het bovenstaande water. Kleine Nonnetjes zitten in de bovenste cm van het sediment, grotere exemplaren 3 tot 10 cm diep. Het ingraven is een verdedigingsmechanisme tegen predatie (Edelaar, 2002).

Voedsel

Het Nonnetje heeft twee manieren om voedsel te verzamelen, filter feeding en deposit feeding. Bij filter feeding filtreert de soort voedsel uit het





Kaart 5.6 Dichtheid schelpkokerworm in de Voordelta 2004-2005 (data nulmeting).

bovenstaande water door de (inhalerende) siphon net aan het oppervlak van het substraat te houden (Hummel, 1985). Bij deposit feeding wordt de siphon rondom over het sediment uitgestrekt, waarbij detritus van het sediment wordt opgezogen. Tijdens deposit feeding zit het nonnetje minder diep ingegraven, waardoor het gevoeliger is voor predatie (Zwarts & Wanink, 1989). Het Nonnetje kan beide methoden toepassen, maar morfologisch gezien is het Nonnetje een deposit feeder. Afhankelijk van de omstandigheden zal één van de twee foerageer methodes efficiënter zijn. Daarnaast zijn jonge dieren vrijwel uitsluitend filter feeders, terwijl de oudere dieren voornamelijk deposit feeders zijn (Rossi et al., 2004).

Predatie

De larven van het Nonnetje worden gedurende hun planktonische fase door planktoneters gegeten (Watzin, 1986). In het algemeen is het broedsucces

(het aantal overlevende exemplaren in hetzelfde jaar gemeten) groter na koude winters. Dit is waarschijnlijk voor een groot deel te danken aan de verminderde predatiedruk (Beukema, 1991; Beukema, 1992a; Honkoop, 1998). Wadvogels, als Kanoetstrandlopers, Bonte Strandlopers, Scholteksters, Tureluurs en Rosse Grutto's zijn bekende



Nonnetje © Hans Hillewaert



predatoren van Nonnetjes (Steur et al., 1996). Ook duikeenden, als Eidereenden en Zwarte Zee-eenden kunnen op Nonnetjes jagen (van Moorsel, 1979). De impact van de vogelpredatie op de populatie van het Nonnetje is onder meer afhankelijk van de dichtheid, de grootte, de conditie, de ingraafdiepte, de waterdiepte en het al of niet aanwezig zijn van andere prooidieren (Beukema, 1993a; Zwarts & Wanink, 1993). Andere predatoren zijn de Tepelhoorn *Natica alderi* die in de Noordzee voorkomt (de Bruyne, 1994; Duineveld, 1992) en de zeester die met name in de Baltische Zee een belangrijke predator kan zijn (Bruegmann & Lange, 1988). Nonnetjes kunnen ook door het aanvreten van de siphon door krabben, garnalen, grondels en platvissen verzwakt worden. Hierdoor wordt de voedselopname belemmerd en de groei vertraagd (Kamermans & Huitema, 1994). Bovendien kunnen de dieren zich tijdens het voedsel vergaren minder diep ingraven, waardoor de kans op predatie door vogels toeneemt. Vooral garnalen en krabben lijken grote invloed kunnen hebben op de overleving van het Nonnetje (de Goeij et al., 2004).

Abiotische voorkeuren

De soort is typisch voor de ondiepe kustzone (tot 25 m diep) en intergetijdengebieden. Ze komen in vrijwel alle sedimenttypes voor, maar vertonen een voorkeur voor de fijnere sedimenten. Sedimentsamenstelling is een cruciale factor in de verspreiding (Azouzi et al., 2002). Het Nonnetje is een euryhaline soort die overleeft bij schommelingen tussen het zoutgehalte van 3,2‰ (zeewater) en 2,7‰, zij het dat bij heel lage zoutgehaltes de groei en het voorkomen beperkt zijn. Het Nonnetje laat tijdens zijn leven een grote migratie zien. De larven settelen zich op een lage plaats in het intergetijdengebied en migreren naar de hogere platen waar ze minder kwetsbaar zijn voor predatie door garnalen. Als ze groot genoeg zijn om geen prooi meer te vormen voor garnalen, migreert een groot deel weer naar lagere delen om aan predatie door vogels te ontsnappen (Hiddink, 2002).

Effecten van bodemberoering

Op de door kokkelvisserij bevestigde plaatsen vindt een

sterfte plaats van 5-30% van de jonge Nonnetjes (< 1 jaar) en 0-25% van de oudere Nonnetjes. Beide sterftepercentages zijn afhankelijk van de visserij-intensiteit.

Verder veroorzaakt het machinaal pieren 'spitten' een sterfte onder de oudere Nonnetjes van 20-70%. Als er na een broedval wordt 'gespit' is dit fataal voor nagenoeg alle larven.

Ecologische effecten van baggeren en storten zijn in drie groepen onder te verdelen (Ledema, 1990):

1 Direct effect gedurende het baggeren en storten.

Het Nonnetje is een uitstekende graver en kan een eenmalige begraving onder 40 cm fijn zand overleven en een begraving onder 10 cm slib. Een voortdurende, geleidelijke sedimentatie kan worden overleefd tot 25 cm/maand fijn zand en 14 cm/maand slib (Bijkerk, 1988);

2 verandering van bodemligging. Verstoring in het evenwicht tussen doorstroomprofiel en water debiet kunnen leiden tot verzanding en opslibbing van slikken en platen. Duidelijk is, dat deze veranderingen een negatieve invloed zullen hebben op het voorkomen en instandhouden van leefgemeenschappen waar het Nonnetje deel van uitmaakt (Ledema, 1990);

3 in suspensie brengen van slib. Als deposit feeder zal het Nonnetje hier niet veel last van hebben. Wel worden de aan slib gebonden microverontreinigingen in suspensie gebracht, dat verhoogt de biologische beschikbaarheid van deze stoffen (Brugess et al., 1993).

Binnen zes maanden na beëindiging van alle werkzaamheden kan een populatie zich door hernieuwde broedval en immigratie beginnen te herstellen (van den Heiligenberg, 1978). Aanbevolen wordt om een 'herstel' periode van twee jaar in acht te nemen, in verband met migratie van broed- en leeftijdsopbouw op een bepaalde locatie (Essink, 1993; Kleef et al., 1992).

Verspreiding in de Voordelta

In de Voordelta komt het Nonnetje vooral voor langs de kust, met name in de Haringvliet monding. De biomassa zoals gevonden in de surveys in 2004 en 2005 (zie paragraaf 1.1) wordt weergegeven in kaart 5.7.



5.6 Ontwikkelingen in de accent natuurgebieden

(Wijnhoven et al, 2006)

5.6.1 Beschouwde accent natuurgebieden

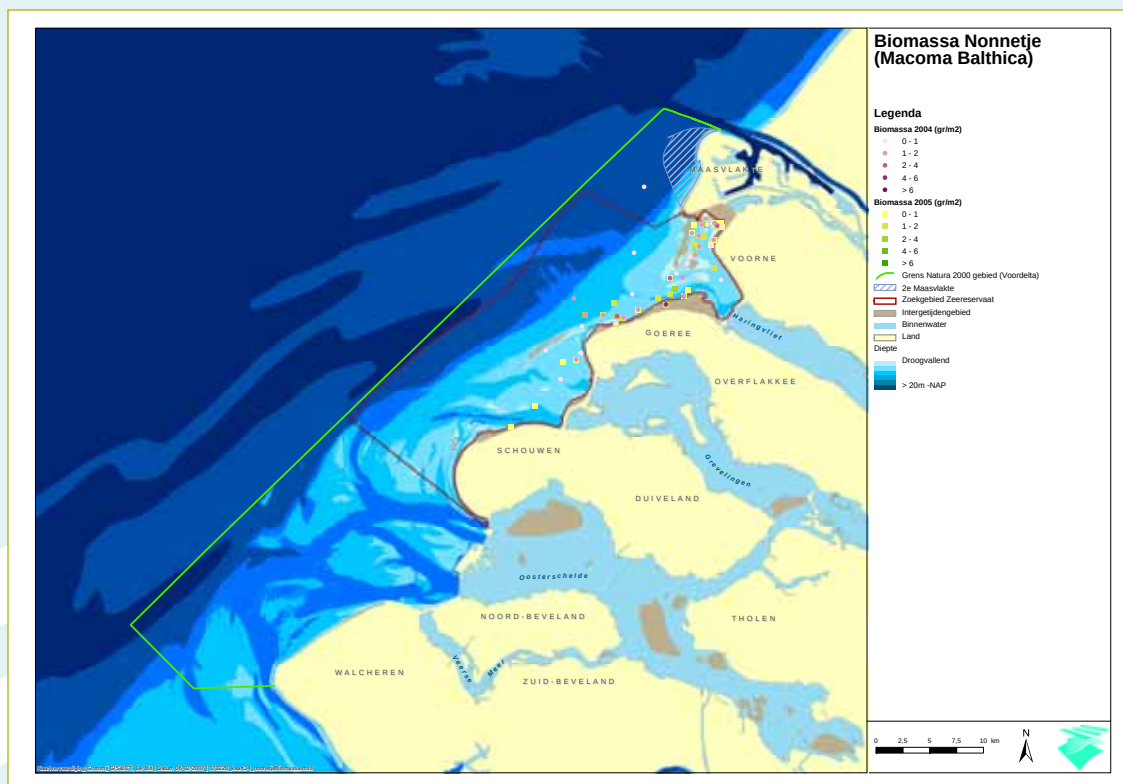
Het Integraal Beleidsplan Voordelta (1993) onderscheidt vier accent natuurgebieden, die zijn weergegeven op kaart 2.2. In de accent natuurgebieden zijn diverse activiteiten zoals visserij sinds 1993 verboden. Daarmee is het mogelijk dat de accent natuurgebieden zich in die periode anders hebben ontwikkeld dan het omliggende deelgebied. De analyse van de ontwikkeling van de bodemdierdichtheid, bodemdiermassa en soortensamenstelling door Wijnhoven et al. (2006) is gebaseerd op historische bodemdiergegevens uit alle vier de gebieden en hun omgeving. In accent natuurgebied B, gelegen bij de Kwade Hoek ten zuiden van het Slikgat, zijn niet voldoende gegevens voorhanden

voor een analyse. Dit accent natuurgebied wordt hier daarom verder niet behandeld.

Uit de analyses kunnen conclusies getrokken worden over in hoeverre accent natuurgebieden afwijken van hun omgeving. Uit de uitkomsten kunnen echter geen conclusies over het gevoerde beleid worden getrokken, daarvoor is een meer uitgebreide analyse noodzakelijk.

5.6.2 Accent natuurgebied A (Hinderplaten)

In accent natuurgebied A nemen de biomassa en dichtheid in de periode 1983-1996 af, in de periode 1996-2005 toe. De latere toename is groter dan de afname, zodat in de gehele periode 1983-2005 de biomassa toeneemt. Accent natuurgebied A wordt omgeven door de deelgebieden zoekgebied Haringvlietmonding, referentiegebied Maasvlakte en noordelijk zoekgebied. Ook deze gebieden laten gezamenlijk eerst een afname en daarna weer een toename van zowel de biomassa als de dichtheid



Kaart 5.7: Verspreiding van de biomassa van het Nonnetje in de Voordelta in 2004 en 2005.



zien. Hierin is dus geen verschil te onderscheiden tussen het accent natuurgebied en de omgeving. De soortensamenstelling in de periode 1962-2005 in het accent natuurgebied wijkt sterk af van de soortensamenstelling in de omliggende deelgebieden. Jaren die er qua soortensamenstelling uitspringen, zoals bijvoorbeeld 1983, springen er in beide gebieden uit. Wordt accent natuurgebied A alleen met het zoekgebied Haringvlietmonding vergeleken, dan verschilt de soortensamenstelling niet. Geconcludeerd kan worden, dat op basis van de biomassa, dichtheid en soortensamenstelling accent natuurgebied A een gelijke ontwikkeling heeft vertoond als zoekgebied Haringvlietmonding.

5.6.3 Accent natuurgebied C (Bollen van de Ooster)

In het accent natuurgebied C nemen de biomassa en dichtheid in de periode 1983-1991 af, daarna stabiliseert de biomassa, terwijl de dichtheid weer toe neemt. Accent natuurgebied C wordt omgeven door het noordelijk en zuidelijk zoekgebied. In deze gebieden zijn de biomassa's in de periode 1983-1991 stabiel en nemen daarna toe, terwijl de dichtheid in de eerste periode afneemt en daarna weer toe. De soortensamenstelling wijkt in de periode 1962-2005 niet af van die in de omliggende deelgebieden. Geconcludeerd kan worden dat accent natuurgebied C qua dichtheid en biomassa een andere ontwikkeling heeft gehad dan de omliggende gebieden, qua soortensamenstelling niet.



Ensis © Joost Bergsma

5.6.4 Accent natuurgebied D (Bollen van het Nieuwe Zand)

In accent natuurgebied D nemen de biomassa en dichtheid in de loop der jaren significant af. Accent natuurgebied D wordt omgeven door de het zuidelijk zoekgebied en de Oosterscheldemonding. In deze gebieden neemt de dichtheid en de biomassa juist significant toe.

De soortensamenstelling wijkt in de periode 1962-2005 sterk af van die in de omliggende deelgebieden. Jaren die er qua soortensamenstelling uitspringen, zoals bijvoorbeeld 1983 en 1999, springen er in beide gebieden uit. Als accent natuurgebied D alleen met het referentiegebied Walcheren wordt vergeleken verschilt de soortensamenstelling niet. Geconcludeerd kan worden dat accent natuurgebied D qua dichtheid, biomassa en soortensamenstelling een andere ontwikkeling heeft gehad dan de omliggende gebieden.

5.7 Bodemdieren als voedsel

Een aantal schelpdieren zijn bekend als voedsel voor duikeenden, waartoe ook de Zwarte Zee-eend, één van de te compenseren soorten, behoort. In deze paragraaf worden de schelpdieren behandeld, die belangrijk voedsel voor duikeenden in de Voordelta zijn. Er is vooral gekeken naar de biomassa en dichtheden, en de historische en huidige verspreiding van de verschillende soorten.

5.7.1 Amerikaanse Zwaardschede (*Ensis directus*)

Amerikaanse Zwaardschedes, *Ensis directus*, maakt deel uit van de groep van de mesheften, *Ensis spec.* In bestandopnames kunnen mesheften niet altijd tot op de soort worden gedetermineerd.

Het bemonsteren van Mesheften

De bestanden van mesheften *Ensis spec.* zijn moeilijk te bepalen. Standaardtechnieken die worden





gebruikt, waaronder box-corer en bodemschaaf, zijn vaak minder geschikt voor deze grote, diep ingegraven schelpdieren. Grote dieren kunnen dieper in de bodem wegvluchten en het monstertuig ontwijken of komen vaak gebroken in het monstertuig. De monstertuigen zijn waarschijnlijk wel geschikt voor de kleinere dieren (Wijsman et al., 2006). In de nulmeting bodemdieren zijn mesheften met zowel box-corer als bodemschaaf bepaald. De bestands-schatting op basis van de bodemschaafmonsters bedroeg 61% van de bestandsschatting op basis van de box-corer (Craeymeersch et al., 2005). Met de box/corer worden dus meer Mesheften gevangen, maar dit zijn vooral de kleinere dieren. De onder-schatting door de bodemschaaf zal niet zonder meer voor alle jaren opgaan, maar afhankelijk zijn van de leeftijdsopbouw van de organismen (Wijsman et al., 2006).

De huidige situatie

Aan de hand van de nulmeting bodemdieren kan een schatting worden gemaakt van de dichtheid en biomassa van *Ensis spec.* in het gebied. De Amerikaanse Zwaardschede is een soort met hoge dichtheden, die een belangrijk deel van de totale dichtheid en biomassa van bodemdieren in het gebied bepaalt. Uit de schatting van biomassa en dichtheid blijkt dat in het noordelijke en zuidelijke zoekgebied bijna de helft van de biomassa, en 10-20% van de dichtheid wordt bepaald door *Ensis directus*. In de referentiegebieden wordt ongeveer een vijfde van de biomassa door *Ensis directus* bepaald, en minder dan 6% door dichtheid (Steenbergen & Escaravage, 2006).

Bij het bemonsteren van *Ensis spec.* met de bodemschaaf wordt ervan uitgegaan dat de meeste siphonen afkomstig zijn van de Amerikaanse Zwaardschede, *Ensis directus*. De dichtheid van *Ensis spec.* verschilt tussen 2004 en 2005, in 2005 is de dichtheid significant hoger. De toename in het noordelijk en zuidelijk zoekgebied is niet significant, net zo min als de toename in het referentiegebied Maasvlakte. De opvallende explosieve groei in het referentiegebied Walcheren en het zoekgebied Haringvlietmonding is wel significant (Steenbergen & Escaravage, 2006). Kaart 5.8 laat de verspreiding van *Ensis spec.*, gebaseerd op de bodemschaafmonsters van 2004 en

2005 zien. In 2004 worden de hoogste dichtheden voornamelijk aangetroffen langs de -20 m NAP lijn. De hoogst gevonden dichtheid bedraagt bijna 2800 individuen/m². In 2005 worden op deze plaats nog steeds hoge dichtheden aangetroffen, maar er bevinden zich ook hoge dichtheden voor bijvoorbeeld de kust van Goeree en in het gehele referentiegebied Walcheren. De hoogste dichtheid in dit jaar is 13.300 individuen/m².

Historische ontwikkeling

De Amerikaanse Zwaardschede (*Ensis directus*) is oorspronkelijk afkomstig uit de Atlantische kust van Noord-Amerika en werd in 1979 voor het eerst in Europa aangetroffen in de Duitse Bocht (Dörjes, 1992). Aangenomen wordt dat de larven meegevoerd zijn met ballastwater van zeetankers (von Cosel et al., 1982). Sinds 1979 heeft deze soort zich zowel in noordelijke als westelijke richting verplaatst.

Op basis van het bemonsteringsprogramma voor Kokkels en Halfgeknotte Strandschelpen van IMA-RES zijn trendanalyses op de *Ensis spec.* dichtheden uitgevoerd. De bemonsteringen vinden plaats in het voorjaar (april-juni). Voor de analyses zijn gegevens over de periode 1993-2005 gebruikt.

Ensis spec. wordt gedurende de gehele periode in de monsters aangetroffen (figuur 5.6). De dichtheden in het referentiegebied Walcheren fluctueren, in de overige gebieden neemt de dichtheid toe.

Er zijn significante verschillen geconstateerd tussen de dichtheden *Ensis spec.* het zoekgebied Haringvlietmonding met zowel het noordelijke zoekgebied, het zuidelijke zoekgebied, het referentiegebied Walcheren en het referentiegebied Maasvlakte.

Naast verschil in dichtheid is ook het verschil tussen het verloop van de dichtheid in de diverse deelgebieden getest. Het verloop in het referentiegebied Walcheren verschilt niet significant van het verloop in de andere gebieden. Wel is er een significant verschil in verloop geconstateerd tussen

- het noordelijke en zuidelijke zoekgebied,
- het referentiegebied Maasvlakte en het noordelijke zoekgebied



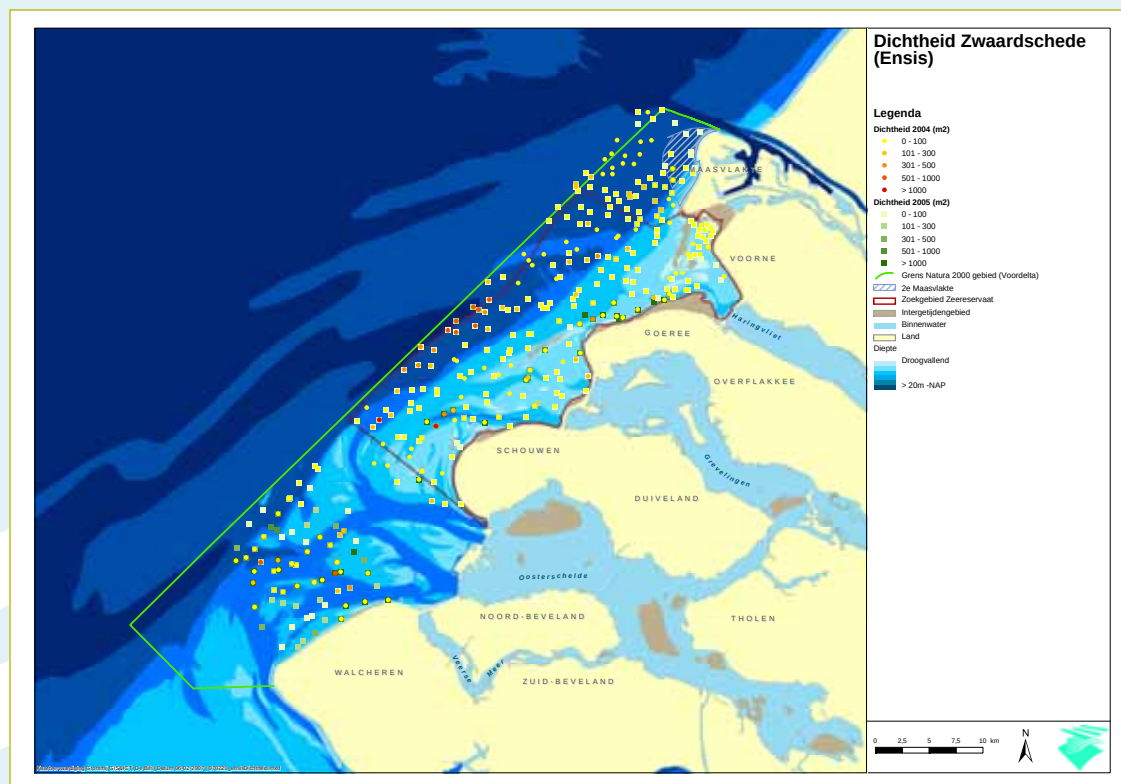
- het referentiegebied Maasvlakte en het noordelijke zoekgebied
- het noordelijke zoekgebied en het zoekgebied Haringvlietmonding.

Uit de gegevens wordt duidelijk dat *Ensis spec.* de laatste jaren is toegenomen in de Voordelta. Hoewel niet in alle deelgebieden hetzelfde patroon wordt gevolgd, is de toename wel in alle deelgebieden aanwezig.

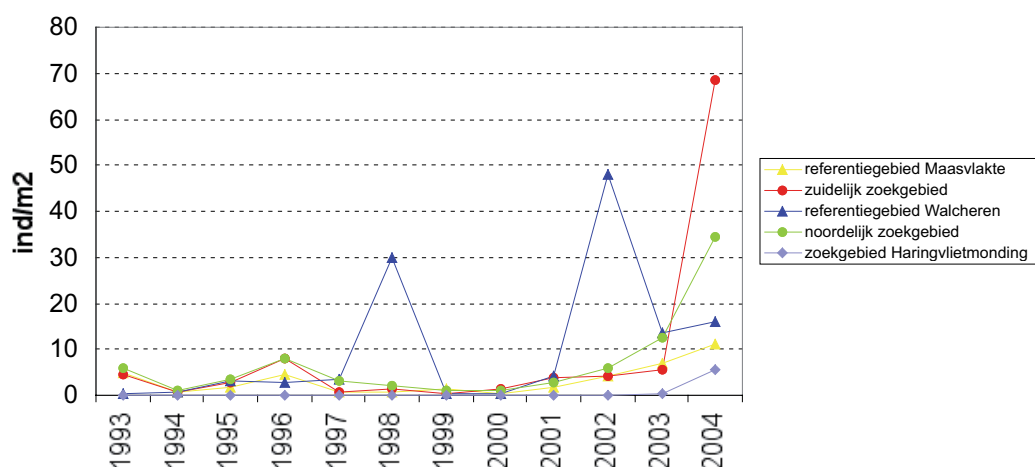
Habitat-eisen

De Amerikaanse Zwaardschede wordt zowel aangetroffen in de lagere delen van het intergetijdengebied als in het sublitoraal. In het litoraal zitten ze voornamelijk bij de laagwaterlijn. Tijdens droogval kunnen ze niet eten en is de zuurstoftoevoer verminderd (Schiedek & Zebe, 1987). Ze trekken zich dan terug in het zand en wachten daar tot het water weer terug is. Hierbij passen ze hun stofwisseling aan de zuurstofloze omstandigheden aan (Schiedek & Zebe, 1987). Beukema & Dekker

(1995) en Armonies & Reise (1999) hebben een negatieve relatie gevonden tussen de groei en de hoogteligging in het litoraal. Sublitorale populaties geven de voorkeur aan waterdieptes van minder dan 18 meter, maar ook op grotere diepten in de Noordzee is *Ensis spec.* gevonden (Armonies & Reise, 1999). In het algemeen worden de hoogste dichtheden gevonden in het ondiepe litoraal. *Ensis directus* leeft bij voorkeur in een zanderige bodem (korrelgrootte 150-200 µm), maar komt ook voor in slik en grof schelpachtig sediment (Armonies & Reise, 1999). De dieren zijn aangepast aan het leven in gebieden die onderhevig zijn aan fysische verstoringen door golven of getijstrokingen, ze kunnen zich snel en diep ingraven tot een diepte van 25 cm (Armonies & Reise, 1999; Craeymeersch et al., 2001). Om zich snel te kunnen ingraven dient het sediment wel goed doordringbaar te zijn (Muir, 2003). Er is weinig bekend over de relatie tussen *Ensis spec.* en zoutgehalte. Het zijn mariene soorten, ze



Kaart 5.8: Dichtheid van *Ensis spec.* In 2004 en 2005. let op bodemschaaf



Figuur 5.6: Verloop van de dichtheden aan *Ensis spec.* in de diverse deelgebieden

komen vrijwel niet voor in brakke gebieden in de Westerschelde en de monding van het Haringvliet. In de Marlin database (www.marlin.ac.uk) wordt *Ensis spec.* aangeduid als een mariene soort die voorkomt bij een bandbreedte in zoutgehalten tussen 30 en 40 ‰. In het Verenigd Koninkrijk wordt door duikers gebruikgemaakt van een geconcentreerde zoutoplossing die wordt uitgegoten over de zeebodem om *Ensis spec.* uit het sediment te verjagen (Pyke, 2002).

Een analyse van de gegevens met de abiotische variabelen stroomsnelheid, zoutgehalte, diepte en sediment laat zien dat de variantie in de dichtheid van *Ensis spec.* nauwelijks door deze variabelen verklaard worden. Het percentage verklaarde variantie bedroeg 17%.

Een uitgebreid profiel van *Ensis spec.* is beschreven door Wijsman et al. (2006).

5.7.2 Halfgeknotte Strandschelp (*Spisula subtruncata*)

De Halfgeknotte Strandschelp behoort tot het stapelvoedsel van de Zwarte Zee-eend.

Huidige situatie

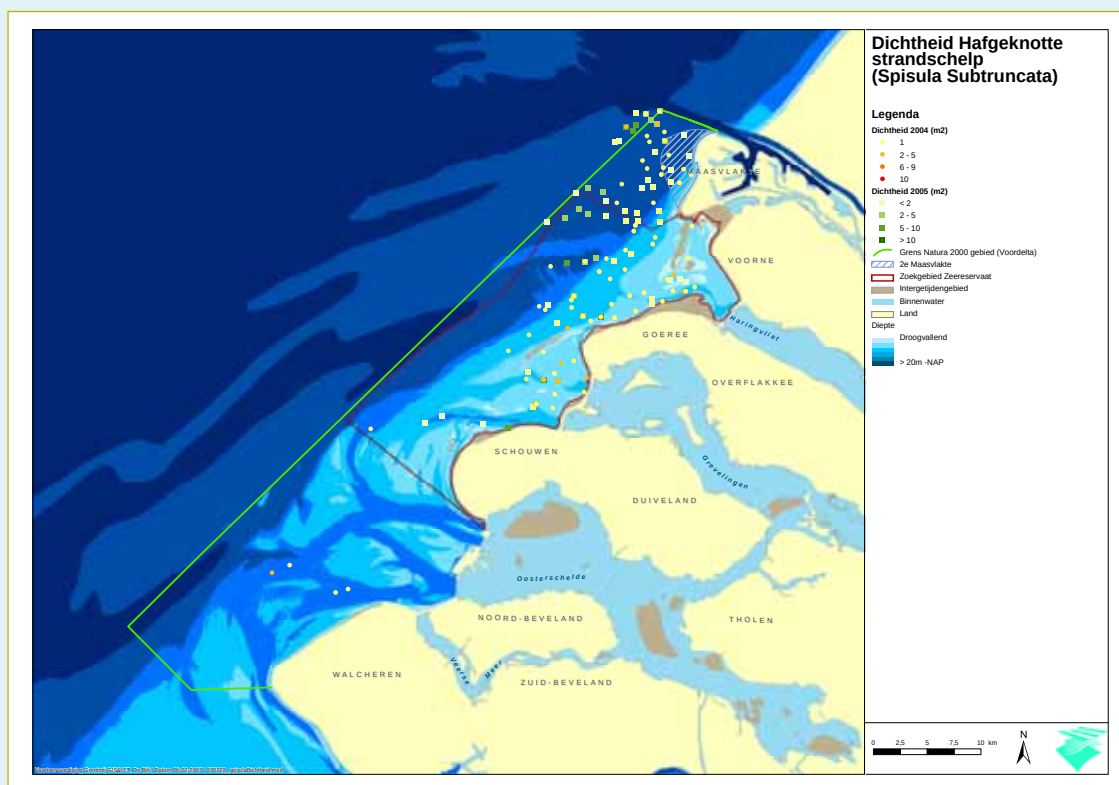
De nulmetingen bodemdieren geven een beeld van de huidige biomassa en dichtheid van Halfgeknotte Strandschelpen in de Voordelta. De biomassa van

deze soort komt in beide jaren gemiddeld niet boven 0,5 g FW/m² de hoogst gevonden biomassa bedraagt 10 g FW/m². De dichtheid is maximaal 1 individu/m². De Halfgeknotte Strandschelp komt dus niet veel in de Voordelta voor. In geen enkel gebied maakt de soort dan ook meer dan 2% uit van de totale biomassa of dichtheid (Craeymeersch et al, 2005; Steenbergen & Escaravage, 2006). Voor de biomassa en dichtheid is deze soort daarom in de huidige situatie van weinig belang. De grootte van de Halfgeknotte Strandschelpen varieerde tussen de 2 mm en 29 mm. Kaart 5.9 laat de verspreiding van de dichtheden *Spisula* over het gebied zien. De relatief hogere dichtheden komen vooral in de diepere delen van het noordelijke deel van het gebied voor.

Historische verspreiding

Op basis van het bemonsteringsprogramma voor Kokkels en halfgeknotte strandschelpen van IMA-RES zijn trendanalyses op de *Spisula* biomassa's en dichtheden uitgevoerd (Craeymeersch & Wijsman, 2006). De bemonsteringen vinden plaats in het voorjaar (april-juni). Voor de analyses zijn gegevens over de periode 1993-2005 gebruikt.

De totale dichtheid van de Halfgeknotte Strandschelp is sinds 1998 tot bijna nul gedaald, de soort komt in alle deelgebieden nauwelijks meer voor. In het mondingsgebied en het referentiegebied Walcheren kwam de Halfgeknotte Strandschelp al

Kaart 5.9: Dichtheid van *Spisula subtruncata* in 2004 en 2005

nauwelijks voor, en in de overige drie gebieden zijn de dichtheden afgenomen. Figuur 5.7 laat het verloop van biomassa in de periode 1993 – 2005 zien, de dichtheid laat eenzelfde patroon zien.

Er zijn significante verschillen geconstateerd tussen de dichtheden van Halfgeknotte Strandschelpen tussen het referentiegebied Maasvlakte en het zoekgebied Haringvlietmonding, en tussen het referentiegebied Maasvlakte en het zuidelijke referentiegebied. Hierbij is de dichtheid in het referentiegebied Maasvlakte steeds hoger.

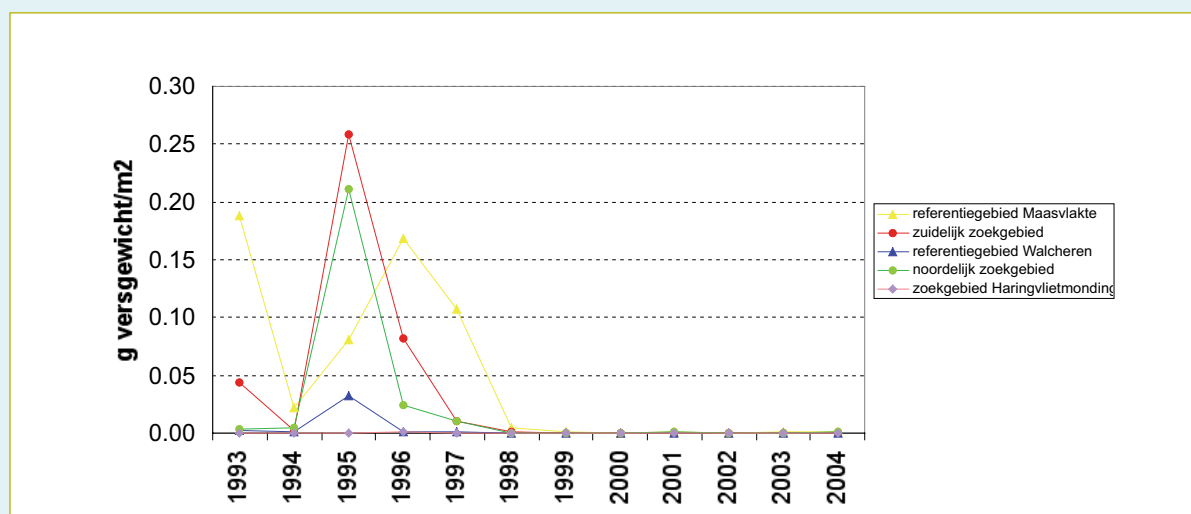
Het verloop van de dichtheid in de verschillende deelgebieden verschilt over het algemeen significant van elkaar, behalve het zoekgebied Haringvlietmonding, dat wijkt van geen enkel ander gebied af. Dat komt omdat de Halfgeknotte Strandschelp in dit gebied niet of nauwelijks voorkomt. Het verloop in het referentiegebied Walcheren laat het sterkste significante verschil zien met de overige gebieden: noordelijk deel zoekgebied, zuidelijk

zoekgebied en referentiegebied Maasvlakte. Het zuidelijke zoekgebied kent een ander verloop dan het noordelijke zoekgebied en het referentiegebied Maasvlakte. Het noordelijke zoekgebied tenslotte kent een ander verloop dan het referentiegebied Maasvlakte.

De analyses laten zien dat in alle deelgebieden *Spisula* zo goed als is verdwenen.

Habitat-eisen

De Halfgeknotte Strandschelp leeft vooral in kustwateren in zowel grof als fijn, soms slibhoudend, sediment (Poppe & Goto, 1993; Holtman et al., 1996). De banken bevinden zich op dieptes van rond de tien meter. Over de factoren die de vestiging van jong broed bepalen is weinig bekend. Wel is bekend dat broedval op tientallen kilometers van de ouderpopulatie kan zijn (Degraer, 1999). De Halfgeknotte Strandschelp bleek actief te reageren op lage temperaturen. Bij een water temperatuur



Figuur 5.7: Verloop van de biomassa van Halfgeknotte Strandschelp in de diverse deelgebieden

van ca. 5° C kruipen de dieren uit het sediment en gaan er plat opliggen. Een mogelijke reden voor dit uitgraafgedrag kan zijn, dat de dieren ongunstige omstandigheden proberen te ontvluchten. Toch moet, gezien het verspreidingsgebied van Noorwegen tot de Middellandse Zee, van een zekere tolerantie voor lage temperaturen sprake zijn (Foekema et al., 1998).

Vermoedelijk geeft de soort de voorkeur aan het sublittoraal met, op basis van het getij of het seizoen, weinig variatie in fysische en chemische parameters, als temperatuur en zuurstofgehalte (Foekema et al., 1998).

Een analyse op de gegevens met de abiotische variabelen stroomsnelheid, zoutgehalte, diepte en sediment liet zien dat de variatie in de dichtheid van Halfgeknotte Strandschelpen enigszins door deze variabelen verklaard kan worden (Steenbergen & Escaravage, 2006). Het percentage verklaarde variatie bedroeg 30%:

- diepte: 11%
- sediment: 10%
- stroomsnelheid: 6%
- zout: 3%.

Het meest recente profiel van de Halfgeknotte Strandschelp is verschenen in 2001 (Craeymeersch et al., 2001).

5.7.3 Kokkel (*Cerastoderma edule*)

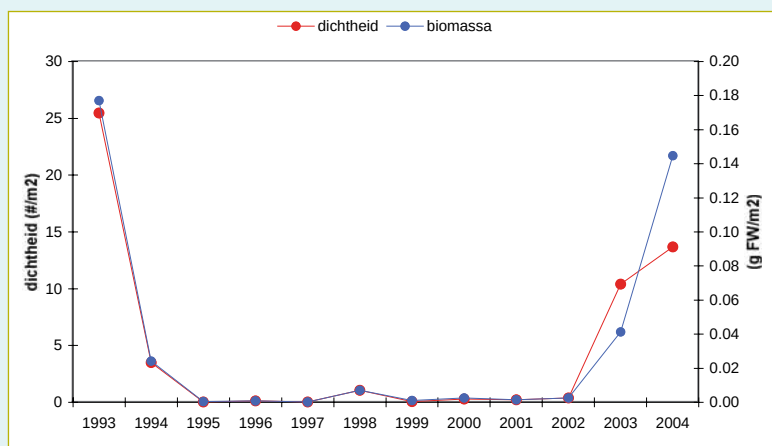
Kokkels zijn het stapelvoedsel van Eidereenden.

Huidige situatie

In de huidige situatie, zoals vastgesteld in de nulmeting bodemdieren, komen er bijna alleen Kokkels voor in het zoekgebied Haringvlietmonding. In 2005 werd een drie maal zo hoge biomassa gevonden als in 2004. Ook de dichtheid was explosief toegenomen, deze toename is significant. In 2005 werden gemiddeld bijna 100 Kokkels per m² aangetroffen. In de Haringvlietmonding is in 2004 het aandeel van Kokkels in de totale biomassa 5%, in 2005 is dit 8%. Het aandeel van Kokkels in de dichtheid in dit gebied is in 2004 minder dan 2%, in 2005 4% (Craeymeersch et al, 2005; Steenbergen & Escaravage, 2006). In de andere deelgebieden is het aandeel in de totale dichtheid en biomassa kleiner dan 2%.

Kaart 5.10 laat de verspreiding van de dichtheid in 2004 en 2005 zien. Hoge biomassa's worden tussen de Hinderplaat en de kust gevonden. De dichtheid van Kokkels laat in beide jaren hetzelfde verspreidingsbeeld zien.

Op basis van het bemonsteringsprogramma voor Kokkels en Halfgeknotte Strandschelpen van IMARES zijn trendanalyses op de kokkelbiomassa's



Figuur 5.8: Dichtheid van Kokkels in 2004 en 2005

en dichtheden uitgevoerd (Craeymeersch, 2006). De bemonsteringen vinden plaats in het voorjaar (april-juni). Voor de analyses zijn gegevens over de periode 1993-2005 gebruikt.

Alleen in het mondingsgebied van het Haringvliet komen dichtheden van Kokkels van meer dan één exemplaar per m² voor. In 1993 waren dit dichtheden van ± 25 Kokkels per m², daarna daalde het aantal. Pas de laatste jaren neemt de dichtheid weer toe tot meer dan 10 exemplaren per m² (figuur 5.8).

Een analyse liet zien dat de dichtheden in de verschillende deelgebieden significant van elkaar verschillen. Dit wordt veroorzaakt door het gegeven dat de dichtheid in het zoekgebied Haringvlietmonding in alle gevallen significant hoger is dan in de andere vier deelgebieden. De andere deelgebieden verschillen in kokkeldichtheid niet significant van elkaar.

Habitat-eisen

De Kokkel graaft zich tot ongeveer 5 cm diep in het sediment in. Het substraat waar een Kokkel zich in kan graven kan bestaan uit slib, zand of grind (Cambell, 1994). Zolang het sediment niet te fijn of te modderig is kunnen Kokkels zich handhaven (Wolff, 1973; Dankers & Beukema, 1981).

De Kokkel wordt niet gevonden bij een gemiddelde saliniteitswaarde van 18- 21 ‰ (Wolff, 1973). Bij extreem hoge rivierafvoeren, waardoor de saliniteit

in het gebied daalt tot lage waarden (2-4 ‰), kan massale sterfte van Kokkels optreden. Zo verdween de Kokkelpopulatie in de monding van het Haringvliet vrijwel geheel na de grote hoeveelheden zoet water die via de Haringvlietstuizen werden afgevoerd in het voorjaar van 1995 na de overstromingen van Maas en Rijn in Limburg en Brabant (Van der Land, 1995).

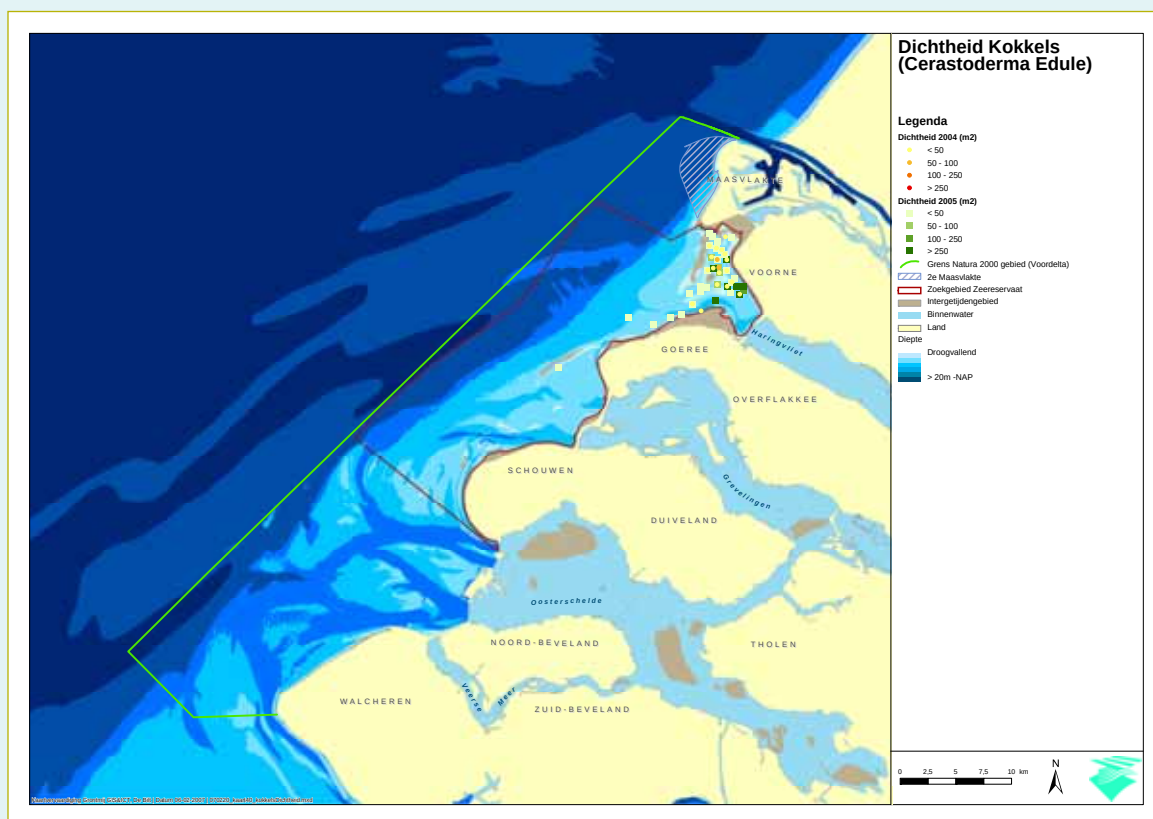
De groeisnelheid van de Kokkel is ook afhankelijk van de hoogte van het gebied: als de Kokkel zich in een laag gebied bevindt is de groeisnelheid hoog (Reise, 1985; Bouma et al., 1998b; Borst, 1999).

De meest gangbare verklaring is dat Kokkels lager op een plaat een langere filterperiode hebben omdat daar de overspoelingsduur langer is (Kristensen, 1957; Jensen, 1992).

Een analyse op de gegevens met de abiotische variabelen: stroomsnelheid, zoutgehalte, diepte en sediment liet zien dat de variatie in de dichtheid van Kokkels in het hele gebied met deze variabelen goed verklaard worden (Steenbergen & Escaravage, 2006). Het percentage verklaarde deviantie bedroeg 78%:

- sediment: 34%
- zout: 28%
- stroomsnelheid: 13%
- diepte: 3%

Het meest recente profiel van Kokkels is geschreven door Tydeman (1996).



Kaart 5.10: Biomassa van Kokkels in 2004 en 2005 (vervangen door dichtheid)

5.8 Samenvatting en implicaties voor het maatregelenpakket

In het Voordeltagebied zijn de bodemdieren in 2004 en 2005 intensief gemeten in het kader van de nulmeting, waarmee er een goede beschrijving van de huidige situatie van bodemdieren is gegeven. Ook de diverse, in het verleden uitgevoerde, campagnes zijn gebruikt om een beeld van de historische situatie te krijgen.

In de huidige situatie komen biomassa's tot 1 kg AFDW/m² voor in het gebied, deze wordt vooral bepaald door de tweekleppige (Bivalva). De hoogste biomassa wordt gevonden in het zuidelijke zoekgebied en het zoekgebied Haringvlietmonding. De algemene trend is, dat de biomassa's in de loop der tijd zijn toegenomen. De verspreiding van de biomassa wordt weinig, namelijk voor één

viijfde deel, door (de geanalyseerde) abiotische parameters bepaald. Het zal niet eenvoudig zijn een verschil in biomassa voor en na de aanleg van de Tweede Maasvlakte aan te tonen. Binnen het Zeereservaat kan een verandering in biomassa van ongeveer 40% worden aangetoond, buiten het Zeereservaat loop dit op tot plm. 60%.

In de huidige situatie worden op sommige monsterpunten meer dan 20.000 organismen per vierkante meter gevonden, de hoogste dichtheid in het zoekgebied Haringvlietmonding. Deze dichtheden worden met name bepaald door de polychaete wormen. De algemene trend is, dat dichtheden in de loop der tijd niet zijn veranderd. De verspreiding van de dichtheid kan iets beter dan biomassa vanuit de abiotiek worden verklaard, namelijk voor een derde deel. Een verandering in dichtheid aantonen na het instellen van het Zeereservaat is voor dichtheid eenvoudiger dan voor biomassa, er kan



een verandering van ongeveer 40% worden aangetoond.

Voor de diversiteit is onderscheid gemaakt tussen het aantal soorten en de evenwichtigheid in de verdeling van de soorten. Deze laatste wordt in de Shannon-index uitgedrukt. Het aantal soorten en de evenwichtigheid is het hoogste in het referentiegebied Maasvlakte. Het historische verloop van de Shannon-index in de diverse deelgebieden verschilt, daarom is er geen duidelijk conclusie voor het hele gebied te trekken. Het aantal soorten en de dichtheid kunnen beide voor een derde deel uit de abiotiek verklaard worden. Op basis van deze onderzoeken is het mogelijk een verandering vanaf 9% aan te tonen.

De beschouwing van de referentiegebieden laat zien dat het referentiegebied Maasvlakte representatief is voor het verloop van de dichtheid in het zoekgebied Zeereservaat, terwijl juist het verloop van de biomassa in het referentiegebied Walcheren representatief is.

Voor het beschouwen van de dynamiek in het ecosysteem zijn twee bruikbare parameters geïntroduceerd. De eerste is de Infaunal Trophic Index (IT-index) waarmee de trofische structuur in één getal kan worden samengevat. Door aantallen individuen van bepaalde trofische groepen in een monster te tellen wordt de IT-index afgeleid, een getal tussen 0 en 1. Deze waarde laat zien welke trofische groep dominant is in het monster.

De tweede bruikbare parameter is de verhouding tussen r-strategen en K-strategen in het gebied. Bij deze methodiek wordt aan de hand van definities van r- en K-strategen gekeken naar de verhouding tussen beiden in een monster. Is de verhouding hoger dan 1, dan zijn de r-strategen in de meerderheid, dan duidt dit op een instabiel milieu, met veel veranderingen. Is het milieu stabiel en verandert er weinig, dan ligt de index lager dan 1. Geadviseerd wordt beide methodieken voor de gegevens van de nulmeting verder uit te werken, en beide parameters in de effectmeting te gaan gebruiken.

Over de ecologie van de twee indicatieve soorten voor habitatype 1110 is veel bekend. Het betreft hier de schelpkokerworm (*Lanice conchilega*) en het Nonnetje (*Macoma balthica*). De Schelpkokerworm is een veelvoorkomende borstelworm, die leeft van gesuspendeerd organisch materiaal. Zij zijn zelf voedsel voor diverse steltlopers. Het Nonnetje is een schelpdier dat niet commercieel wordt bevestigd. Zij leven van organisch materiaal wat zich zowel in de waterkolom als op de bodem bevindt. Ook het Nonnetje is voedsel voor diverse steltlopers, en bovendien ook voor duikeenden. Het is verstandig de ontwikkeling van beide kernsoorten in de toekomst te volgen.

Accent natuurgebied A kent wat betreft biomassa en dichtheid een zelfde ontwikkeling als de omliggende gebieden. De soortensamenstelling is echter anders. In accent natuurgebied C is het net andersom, de soortensamenstelling is gelijk aan de omliggende gebieden, de biomassa en dichtheid volgen een andere trend. Accent natuurgebied D laat voor zowel soortensamenstelling, biomassa als dichtheid een andere trend zien dan in de andere gebieden. Van accent natuurgebied B is geen informatie voor handen. De accent natuurgebieden hebben zich in de loop der tijd over het algemeen anders ontwikkeld dan de omliggende gebieden, maar voor een goede evaluatie van het Integraal Beleidsplan Voordelta is een verdergaande analyse nodig.

De schelpdieren die als voedsel voor vogels in de Voordelta dienen kennen een dynamische ontwikkeling. De Amerikaanse Zwaardschede is in het gebied erg opgekomen en komt nu in grote dichtheden voor. De Halfgeknotte Strandschelp is daarentegen nagenoeg verdwenen. De Kokkel kende ook een periode waarin hij weinig voorkwam, maar lijkt de laatste jaren weer wat te herstellen.

In dit hoofdstuk is aangetoond dat effecten van maatregelen in termen van biomassa en dichtheid alleen aangetoond kunnen worden wanneer er sprake is van grote veranderingen. Op basis van de huidige gegevens liggen die mogelijk aan te tonen veranderingen ruim boven de gewenste 10%. Dit





Opbrengst boxcorer © Joost Bergsma

heeft met name implicaties voor de effectmeting. Deze moet namelijk zo ingestoken worden dat het realiseren van een kwaliteitsverbetering van 10% in het Zeereservaat met maximale kans aantoonbaar is. Er zijn twee (elkaar niet uitsluitende) manieren om dit te realiseren:

- het uitvoeren van een extra nulmeting zodat meer data beschikbaar is
- het verbeteren van de habitatmodellering.





Schol © Joris Geurts van Kessel



6 Het voorkomen van vissen en het ecologische profiel van vijf soorten

Bij de visgemeenschap is het moeilijker dan bij de bodemgemeenschap om de relatie met de verbetering van de kwaliteit van het ecosysteem en habitattype 1110 te leggen. Vissen zijn in hoge mate mobiel, dat betekent dat het alleen bij monitoring van grote (schadelijke) omvang een effect op de visgemeenschap is vast te stellen. Daarnaast is het in theorie mogelijk dat negatieve effecten buiten de Voordelta de populatie die (ook) binnen de Voordelta verblijft negatief beïnvloeden.

Uit de groep van benthische vissen zijn de volgende drie soorten/soortsgroepen gekozen:

- **grondels (*Pomatoschistus*):** grondels zijn het jaarrond aanwezig in de Voordelta. Zij leven op de bodem en voeden zich met wormen, kreeftachtigen, vis en zooplankton. Ze worden op hun beurt weer gegeten door vis-etende vogels. De rode lijst soorten Zwarte Grondel en Glasgrondel zijn niet meegenomen in de analyse.
- **Schol:** een platvis die zich voedt met weekdieren, wormen en garnalen. De Schol is zelf voedsel voor de zeezoogdieren. De Voordelta fungeert voor de Schol als kinderkamer. Schol wordt commercieel bevestigd;
- **Schurftvis:** dit is een platvis die veel voorkomt en de laatste jaren in het gebied in aantal sterk is toegenomen. De Schurftvis wordt niet commercieel bejaagd.

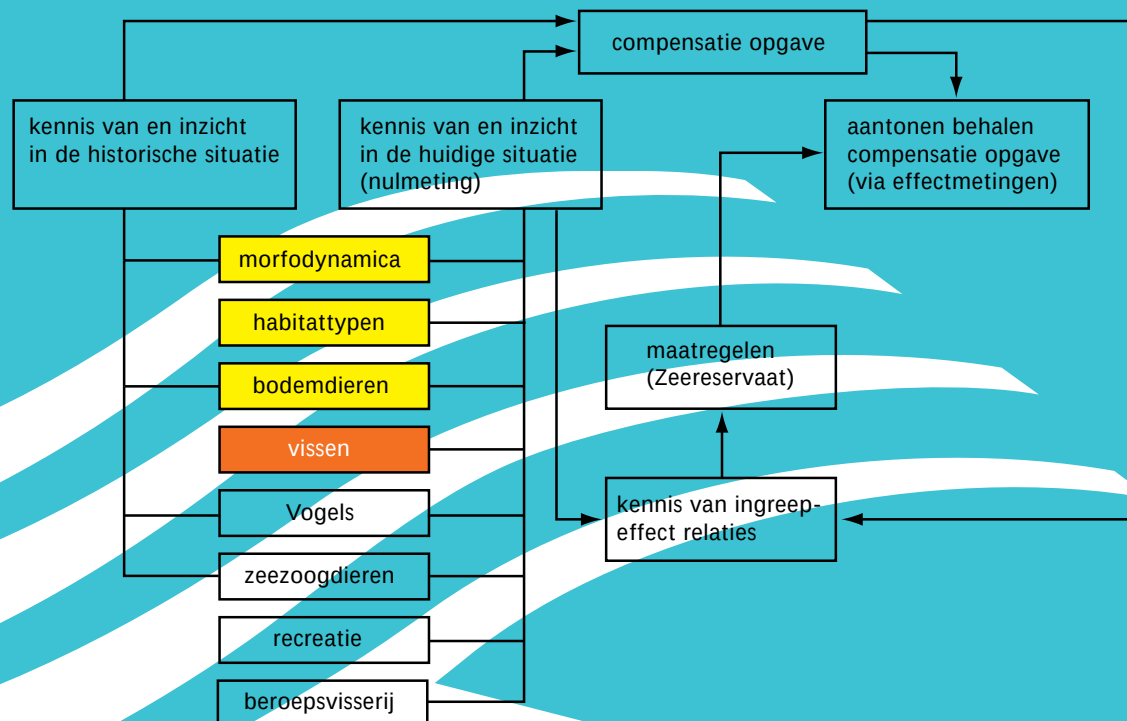
Uit de groep van de pelagische soorten zijn de volgende soorten geselecteerd:

- **Haring:** commercieel beviste soort, voedsel voor vogels en zeezoogdieren. Voordelta fungeert als kraamkamer voor deze soort. Haring leeft van zooplankton;
- **Zandspiering:** voedsel voor vogels. De Zandspiering gebruikt het zand op de bodem als schuilplaats.

Vissen uit de groep van de epibenthische vissen worden niet meegenomen omdat deze niet gebonden zijn aan habitattype 1110. Zo houden Zeenaalden zich vooral tussen wieren op, een habitat dat geen deel uitmaakt van habitattype 1110. De meeste kabeljauwachtigen migreren en planten zich voort buiten de Voordelta. Dit hoofdstuk geeft de ecoprofielen voor de vijf geselecteerde vissen. In hoofdstuk 11 worden de effectschema's gepresenteerd.

De informatie in dit hoofdstuk is (tenzij anders vermeld) gebaseerd op de volgende basisdocumenten:

- Vis in de Voordelta: nulmeting in het kader van de aanleg van de Tweede Maasvlakte van IMARES (Tulp et al., 2006)
- Transport of Fish Larvae in the Southern North Sea van IMARES (Bolle et al., 2005).





6.1 De huidige situatie van vissen in de Voordelta

6.1.1 Methode van bemonsteren en verzamelde gegevens

Het onderzoeksgebied de Voordelta bestaat uit het landaanwinningsgebied voor Tweede Maasvlakte (vergelijkbaar met het referentiegebied Maasvlakte voor bodemdieren), het zoekgebied voor het Zeerservaat en het referentie gebied (vergelijkbaar met het referentiegebied Walcheren bodemdieren). Om een beeld te krijgen van de aanwezige vis, is het gebied de Voordelta op drie verschillende manieren onderzocht:

1. boomkorsurveys (GO58) in mei en september 2005 met een kotter om marktwaardige vis te bemonsteren. Door koppeling van visgegevens aan (a)biotische factoren wordt geprobeerd de relatie tussen habitat en de hoeveelheid marktwaardige vis te beschrijven;
2. garnalenkorsurveys (Luctor) in mei en september 2005 met fijnmazig garnalennet om 0- en 1-jarige Tong, Schol, Bot, Wijting, Schar, Haring en niet-commerciële soorten en garnalen te bemonsteren. Dit om groei en mortaliteit van deze vissen en garnalen te schatten en om de relatie tussen habitat en garnalen en 0- en 1-jarige vis te onderzoeken door koppeling van visgegevens aan (a)biotische factoren;
3. een registratieprogramma van de aanlandingen van vissers over een periode van twee jaar om migrerende vissen efficiënt te bemonsteren en jaarrond marktwaardige vis in het studiegebied te bemonsteren.

De trekposities zijn zo gekozen dat ze overlappen met de stations uit de bodemdierbemonstering (zie hoofdstuk 5). Kaart 6.1 geeft de posities van de trekken weer. In totaal zijn 49 trekken uitgevoerd in het najaar en 48 trekken in het voorjaar met de boomkor (GO58) en 52 trekken in het voorjaar en 51 trekken in het najaar met de garnalenkor (Luctor). Voor alle trekken zijn in de voorjaars- en najaarssurvey dezelfde posities aangehouden. In



Bemonsteringsschepen © IMARES

de vissurvey zijn drie deelgebieden aangehouden. Ten eerste het gebied waarin het zoekgebied Zeerservaat ligt, en wat min of meer overeenkomt met het zoekgebied Haringvlietmonding, noordelijke zoekgebied en zuidelijke zoekgebied uit de bodemdierbemonstering. Het referentiegebied Maasvlakte beslaat min of meer hetzelfde gebied als het referentiegebied Maasvlakte uit de benthosbemonstering. Het referentiegebied Walcheren is qua ligging min of meer gelijk, maar qua omvang groter dan het referentiegebied Walcheren uit de bodemdierbemonstering. De volgende gegevens zijn verzameld (Grift & Tulp, 2004):

vissen:

- lengte-frequentie verdeling
- otolieten (voor leeftijdsbepaling)
- maaginhoud (voor dieetonderzoek)

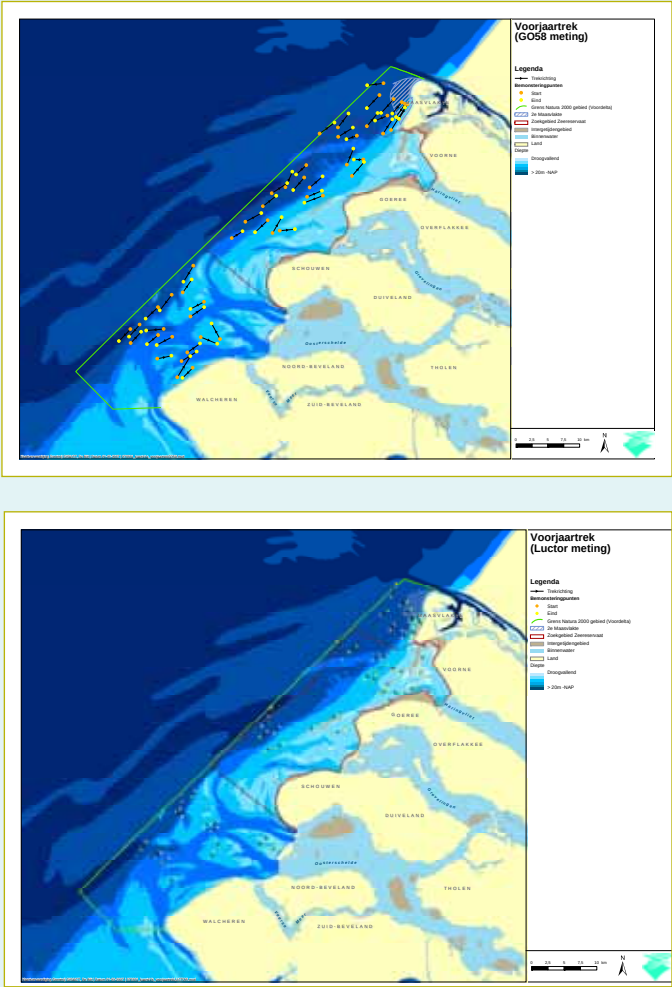
abiotische factoren:

- temperatuur, saliniteit, diepte en turbiditeit
- doorzicht (met Secchi-schijf)
- periode voorjaar/najaar
- diepte
- mediane korrelgrootte

gemodelleerde abiotische factoren:

- gemiddelde stroomsnelheid bij gemiddeld tij
- gemiddelde stroomsnelheid bij springtij
- maximale stroomsnelheid bij springtij.





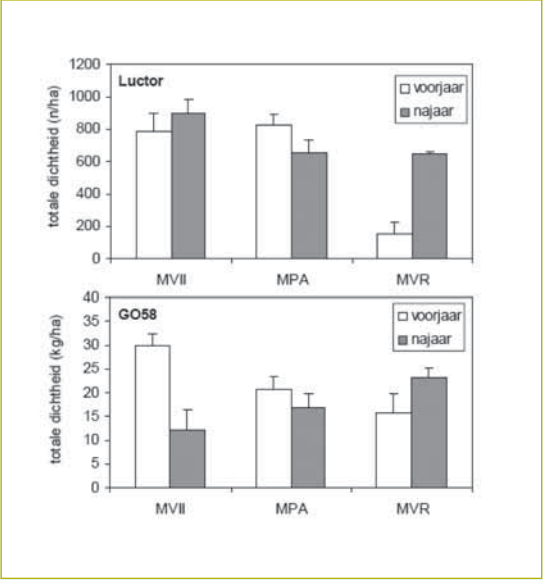
Kaart 6.1: Start (oranje) en eind (geel) posities van de trekken in voorjaar uitgevoerd met de Luctor en de GO58. (Tulp et al., 2006.)

6.1.2 Resultaten

Visverspreiding en dichtheden

Voor de weergave in kaartjes en in de statistische analyse is ervoor gekozen om de vangsten met de garnalenkor in aantallen/ha en de vangsten gedaan met de boomkor in kg/ha uit te drukken. De reden hiervoor is, dat met de Luctor veelal kleine vissen/soorten gevangen zijn en het monsterprogramma met de GO58 vooral gericht was op grotere, commerciële vis. Figuur 6.1 geeft een overzicht van de totale vangst-

ten per bemonstering van de ondiepe delen met de garnalenkor (Luctor) en van de diepere delen met de boomkor (GO58) per seizoen, voorjaar en najaar.



Figuur 6.1: Totale dichtheden met standaarddeviatie (opgeteld voor alle soorten, exclusief garnalen) bemonsterd door de Luctor in de drie deelgebieden (boven) en door de GO58 in de drie deelgebieden (onder).

De opzet van het bemonsteringsschema was om een beeld te krijgen van de aanwezige vis, niet om een gebiedsdekkend overzicht van de dichtheden te krijgen (Asjes et al., 2004). Desondanks geven de verspreidingskaarten (Tulp et al., 2006) een goed beeld van de verspreiding van de diverse soorten. De gegevens over dichtheden zullen later in de habitatmodellering gebruikt worden om te proberen het voorkomen van de verschillende soorten te verklaren aan de hand van habitatkarakteristieken.

Ondiepe delen (garnalenkor met de Luctor)

De variatie in dichtheden tussen de trekken was erg groot. In het voorjaar waren de dichtheden voor veel soorten groter in het referentiegebied Maasvlakte dan in de overige twee gebieden. De verschillen tussen de drie deelgebieden waren over het algemeen groter in het voorjaar dan in het najaar.

Schol kwam in het voorjaar vooral voor bij de monding van het Haringvliet (referentiegebied Maasvlakte), in het najaar was de verspreiding evenwichtiger verdeeld.

Voor Tong waren de dichtheden in het najaar veel hoger dan in het voorjaar en de hoogste dichtheden kwamen voor in het referentiegebied Maasvlakte en bij de monding van het Haringvliet.

Bot werd ook vooral veel gevangen in het voorjaar met een sterke concentratie bij de Haringvlietmonding.

Schar was in beide seizoenen gelijkmatig verdeeld over het hele gebied.

Dwergtong en Schurftvis vertoonden sterk vergelijkbare patronen met de hoogste concentraties in het voorjaar en een schijnbare voorkeur voor de diepere delen.

Wijting en (uitsluitend jonge, 4-8 cm lange) Kabeljauw werden in hoge dichtheden gevangen in het referentiegebied Maasvlakte en het zoekgebied



Uitzoeken vangst © IMARES

Zeereservaat in het voorjaar, maar waren in het najaar nagenoeg verdwenen.

Hoewel het gebruikte tuig niet geschikt is voor pelagische soorten, levert de bemonstering voor

Tabel 6.1: Samenvatting van de Luctor bemonsteringen

Soort	Voornaamste vangplaats	
	Voorjaar	Najaar
Schol	Haringvlietmonding	verspreid
Tong	Referentiegebied Maasvlakte & Haringvlietmonding	Referentiegebied Maasvlakte & Haringvlietmonding (met hogere dichtheden dan voorjaar)
Bot	Haringvlietmonding (met hogere dichtheden dan najaar)	Haringvlietmonding
Schar	verspreid	verspreid
Dwergtong & Schurftvis	diepere delen (met hogere dichtheden dan najaar)	diepere delen
Wijting & Kabeljauw	Referentiegebied Maasvlakte en zoekgebied Zeereservaat	weinig
Haring	uitsluitend MVII & Haringvlietmonding (zandige) ondiepe delen	weinig (zandige) ondiepe delen
Zandspiering	weinig, Haringvlietmonding	weinig
Rode Poon	diepere delen	diepere delen
Pitvis	verspreid	verspreid (met hogere dichtheden dan voorjaar)
Grondels	Sterk geconcentreerd MVII & Haringvlietmonding	verspreid
Garnaal	diepere delen	diepere delen
Kleine pieterman	verspreid	verspreid
Zeedonderpadden & Harnasmannetjes		

Tabel 6.2: samenvatting van de GO58 bemonstering

Soort	Voornaamste vangplaats	
	Voorjaar	Najaar
Schol	verspreid	Referentiegebied Walcheren & hogere dichtheden dan voorjaar
Tong	verspreid	verspreid
Bot	verspreid	verspreid (met hogere dichtheden dan voorjaar)
Schar	verspreid & hogere dichtheden dan najaar	geclusterd
Wijting	MVII & hogere dichtheden dan najaar	verspreid
Rode poon	verspreid & hogere dichtheden dan najaar	geclusterd

Haring en kleine zandspiering toch duidelijke patronen op. In het voorjaar werd Haring uitsluitend in het referentiegebied Maasvlakte en bij de Haringvlietmonding gevangen. Slechts drie van die trekken leverde in het najaar nog grote aantallen Haring op. Kleine of gewone zandspiering werd in het voorjaar en najaar op ondiepe (en waarschijnlijk zandige) plaatsen aangetroffen.

Rode poon kwam voor in erg lage dichtheden, met de grootste concentraties in het voorjaar in de uitstroom van het Haringvliet.

Pitvis kwam vooral voor in de diepere delen in vergelijkbare dichtheden in voor- en najaar.

De grondelsoorten, Dikkopje en Lozano's Grondel vertoonden hetzelfde patroon met de hoogste dichtheden in het najaar. Verder komen ze overal voor en lijken een weinig specifieke voorkeur voor bepaalde dieptes te hebben.

In het voorjaar kwamen garnalen sterk geconcentreerd in het referentiegebied Maasvlakte en de Haringvlietmonding voor, in het najaar waren de dichtheden veel gelijkmatiger over het hele gebied. Kleine Pietermannen werden relatief veel gevangen, met name in de diepere trekken.

In het najaar vertoonden Zeedonderpadden en Harnasmannetjes een opvallende overeenkomst in verspreiding. Tabel 6.1 geeft een samenvatting van de Luctor bemonsteringen

Diepere delen (boomkor met GO58)

In de diepere delen waren de totale dichtheden iets hoger in het referentiegebied Maasvlakte in het voorjaar, maar in het najaar waren de dichtheden het hoogst in het referentiegebied Walcheren. Dit werd voornamelijk veroorzaakt door hoge dichthe-

den Schol. Schol en Tong kwamen in beide seizoenen regelmatig verspreid over de drie deelgebieden voor. Voor Schol waren de dichtheden in het najaar over het algemeen iets hoger, maar in het referentiegebied veel hoger. Voor Tong verschilden de dichtheden niet zo sterk tussen de seizoenen.

Bot kwam in beide seizoenen regelmatig verspreid voor in grote dichtheden. In het najaar waren de dichtheden groter dan in het voorjaar. In het voorjaar kwam de Schar regelmatig verspreid voor, in het najaar wat minder regelmatig en in lagere dichtheden. De dichtheden Wijting en Rode Poon waren het hoogst in het voorjaar. Wijting vertoonde aanzienlijk hogere dichtheden in het referentiegebied Maasvlakte. In het najaar was Wijting nagenoeg verdwenen en kwam Rode Poon veel meer geclusterd voor. Tabel 6.2 geeft een samenvatting van de GO58 bemonsteringen

Resultaten habitatmodellering

Uit de monstergegevens zijn data berekend over leeftijd, groei, overleving en conditie. Er is een habitatanalyse uitgevoerd met als doel:

- 1 analyseren welke factoren invloed hebben op het voorkomen van vis en
- 2 zoveel als mogelijk de variatie verklaren die niet toegeschreven kan worden aan de verschillende deelgebieden. Dit laatste dient vooral om in de volgende fase beter te kunnen evalueren of dichtheden daadwerkelijk zijn veranderd ten opzichte van de nulmeting.

Het idee achter de habitatmodellering is dat de verspreiding van vis verklaard zou kunnen worden door bepaalde habitatkenmerken.

De uitgevoerde habitatanalyse is uitgevoerd voor ver-

schillende vissoorten, waarbij omgevingsvariabelen, jaar, gebied en voedsel als verklarende variabele zijn meegegeven. Op basis van gegevens van 15 vissoorten die zijn gevangen in de ondiepe delen (Luctor) kon voor Kabeljauw en Rode Poon geen significante variabele worden aangetoond. In de diepere delen (GO58) was voor zes soorten voldoende informatie voor een habitatanalyse. Voor drie van de vijftien gevangen vissoorten in het ondiepe was het percentage variantie die kon worden toegeschreven aan het verschil in deelgebieden laag (minder dan 30%). Dit waren Schol, Tong en zandspiering. In het diepe was het percentage verklaarde variantie laag voor Schol, Tong en Bot. Voor de overige elf soorten in het ondiepe en drie soorten in het diepe kon een model worden gemaakt met meer dan 30% verklaarde variantie. Tabel 6.3 geeft de resultaten samengevat weer.

Voor Dwergtong en Wijting was ook het voedsel verklarend. Bij Dwergtong kon een bijdrage van Crustacea (garnaalachtigen) worden onderscheiden, waardoor het percentage verklaarde variantie toenam tot 63%. Voor Wijting (ondiep) nam door toevoegen van Stelleroidea (zeesterren) het percentage verklaarde variantie af tot 46%. Van de bodemgebonden soorten waren Schol en

Tong de soorten waarvan de habitatmodellen het minste goed het voorkomen konden verklaren. Dit betekent ofwel dat de cruciale parameter niet getest is ofwel dat deze soorten generalisten zijn en geen specifieke habitatvoorkeuren hebben. Voor de meeste soorten is er geen verschil gevonden tussen de drie gebieden. Alleen voor Wijting bemonsterd door de Luctor was dat wel het geval. Dit betekent niet dat die verschillen er niet zijn, maar wel dat die verschillen al door andere factoren zoals bijvoorbeeld diepte, verklaard worden. De uitgevoerde analyses bevestigen Hinz (2006). Ook hier blijkt sediment een veel voorkomende verklarende variabele te zijn. Een andere belangrijke variabele was de periode. De voorjaarsbemonstering verschilde duidelijk van de najaarsbemonstering

6.2 Ecologisch profiel van de Haring (*Clupea harengus*)

De Haring is de één van de vijf indicatieve vissoorten voor habitattypen 1110 (zie hoofdstuk 4). De Haring is een pelagische rondvis die commercieel wordt bevestigd. Het effectschema van jonge Haring dat van de informatie uit deze paragraaf is afgeleid, is te vinden in paragraaf 11.3.

6.2.1 Auto-ecologie

Soorten, ondersoorten en rassen

De Haring in de Noordzee bestaat uit een aantal rassen die gekarakteriseerd worden door verschillen in verspreiding, paaiplassen en enkele biologische kenmerken, zoals het aantal rugwervels, paaitijd en groeisnelheid. In het verleden hebben zich verschuivingen voorgedaan in de relatieve talrijkheid van de verschillende rassen, door overbevissing en door natuurlijke veranderingen in het systeem. De te onderscheiden rassen zijn de najaarspaaiers, Noorse voorjaarspaaiers, Oostzee voorjaarspaaiers en voorjaarspaaiers van de zuidelijke Noordzee. Op dit moment is de populatie najaarspaaiers het grootst in de Noordzee. De paaigronden van najaarspaaiers

Tabel 6.3: Resultaten habitatanalyse

Vissoort	Survey	%	Verklarende variabelen
Schar	ondiep	42	diepte
	diep	43	diepte, periode
Bot	ondiep	33	saliniteit, sediment
Schurftvis	ondiep	34	diepte, sediment
Dwergtong	ondiep	52	diepte, periode
Wijting	ondiep	55	doorzicht, periode, gebied
	diep	48	diepte, periode
Grondel	ondiep	51	sediment, periode
Pitvis	ondiep	59	diepte, sediment
Harnasmannetje	ondiep	38	diepte, doorzicht
Kleine Pieterman	ondiep	32	doorzicht, sediment
Garnaal	ondiep	59	saliniteit, doorzicht, periode
Rode Poon	diep	31	periode



Haring © ZP vof, Blijdorp / Rob Doolaard

liggen in het westelijk en noordwestelijk deel van de Noordzee.

Voedsel

Haring is een selectieve eter en het voedsel varieert sterk in plaats en tijd. Jonge haring eet naarmate de lengte toeneemt steeds groter plankton. De jongste larvenstadia eten diatomeeën en zoöplankton (flagellaten en nauplii van copepoden); postlarvale haring leeft op een dieet van kleine copepoden en 1-jarige haring eet grotere crustaceeën en jonge vis. Volwassen haring consumeert behalve copepoden en andere evertebraten ook vis als jonge zandspie-ring, grondel en Haring (Wheeler, 1969).

Reproductie

Haringen zetten hun eieren af op grindbedden en op wier. De larven worden meegevoerd door de stroming naar de ondiepe voedselrijke wateren van de oostelijke Noordzee, de kinderkamer voor haring (Cushing, 1967). Uit een modelstudie wordt geconcludeerd dat de aanleg van de Tweede Maasvlakte geen effect heeft op het transport van vislarven (Bolle et al., 2005). De jonge haringen verblijven

in de zomermaanden dicht onder de kusten van Denemarken, Duitsland en Nederland. De jonge haring wordt aangetrokken door zoet water en heeft de neiging estuaria binnen te trekken. Aan het eind van de zomer trekt de jonge haring (10-13 cm) vanuit de kustwateren verder de zee op. In het tweede levensjaar groeit haring tot 20 cm en verplaatst zich naar de diepere, meer noordelijk en westelijk gelegen gebieden van de Noordzee (Corten, 1996).

Habitat

Haringlarven worden meegevoerd door de stroming van de paaiplaatsen naar de opgroeiplaatsen. In het algemeen geldt voor vissen, dat voedsel niet limiterend is op plaatsen waar vissen voorkomen. De dichtheid wordt dan ook vooral bepaald door aanwezigheid van geschikte paaigronden, de mogelijkheden voor vislarven en jonge vis om op bepaalde plaatsen te komen (processen die transport bepalen) en te overleven (predatie), fysische aspecten zoals temperatuur, saliniteit, zuurstofgehalte, dynamiek als golven en stroom (Wintermans et al., 1995).



6.2.2 Verspreiding in de Voordelta bij de nulmeting

Bij de nulmeting met de Luctor (zie paragraaf 6.1) zijn op diverse plaatsen haringen gevangen. In zowel het voorjaar als het najaar kwamen de hoogste concentraties voor in de Haringvlietmonding. Kaart 6.2 geeft de verspreiding in het voor- en najaar in de Voordelta weer.

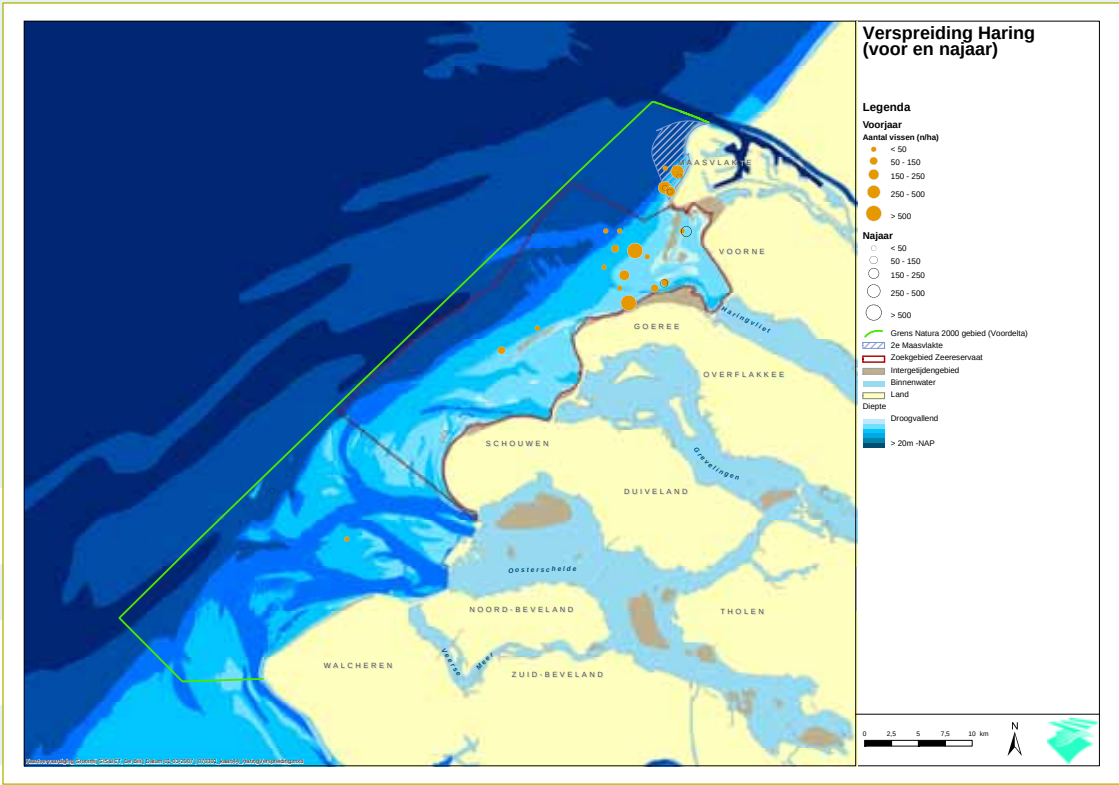
6.2.3 Haringvisserij

De haringvisserij is voor Nederland al eeuwenlang van groot economisch belang. In 2001 werd voor de hele Noordzee 2.527.000 ton Haring aangeland. Daarvan kwam 41800 ton, ofwel 16,5% voor rekening van Nederlandse vissers (Grift et al., 2001). In 1995 bestond de Nederlandse Haringvloot uit 12 schepen met een lengte van 80-120 m en uit 14 spanvissers met een lengte van 30-40 m. Zowel vriestrawlers als spanvissers vissen voor ongeveer eenderde van het jaar op haring; de rest van de tijd wordt op andere soorten gevist. Figuur 6.2 geeft

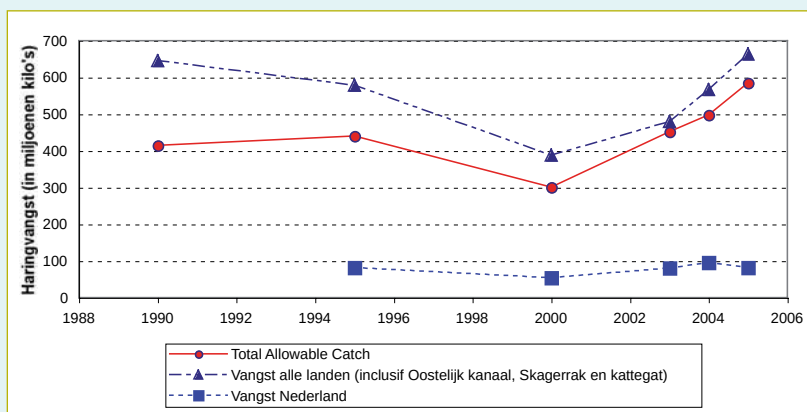
het verloop van de haringvangst tussen 1990 en 2005 weer.

De samenstelling van de vangst verschilt van maand tot maand (figuur 6.3). De variatie is groter voor schepen met minder dan 300 pk dan voor de schepen met meer dan 300 pk. In de pelagische visserij met schepen met meer dan 300 pk zijn Horsmakreel en haring de belangrijkste te bevissen soorten. De Nederlandse schepen met meer dan 300 pk vissen van september tot en met maart in het kustgebied. Van januari tot april bestaat de vangst vrijwel geheel uit Haring terwijl van mei tot en met december Horsmakreel een belangrijk deel vormt. De Horsmakreel migreert in deze maanden naar het zuiden en passeert daarbij de Nederlandse kust. In deze periode wordt in augustus en september ook Sardine gevangen en in oktober en november Haring.

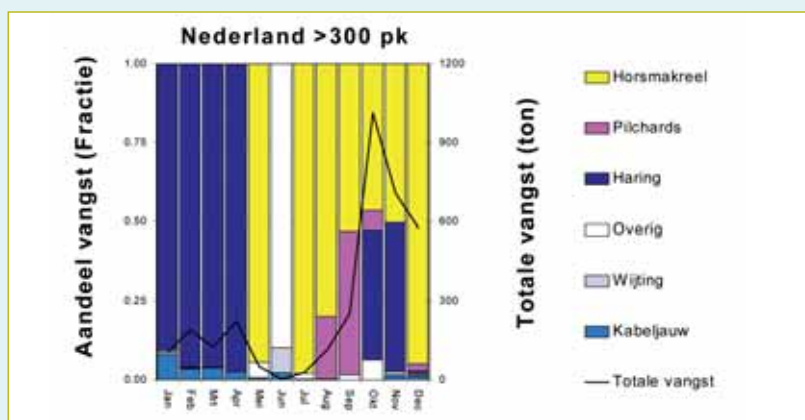
Na de sluiting van de haringvisserij in het begin van de jaren zeventig heeft de haringstand zich aanvankelijk hersteld (figuur 6.4). Vanaf 1983 is de



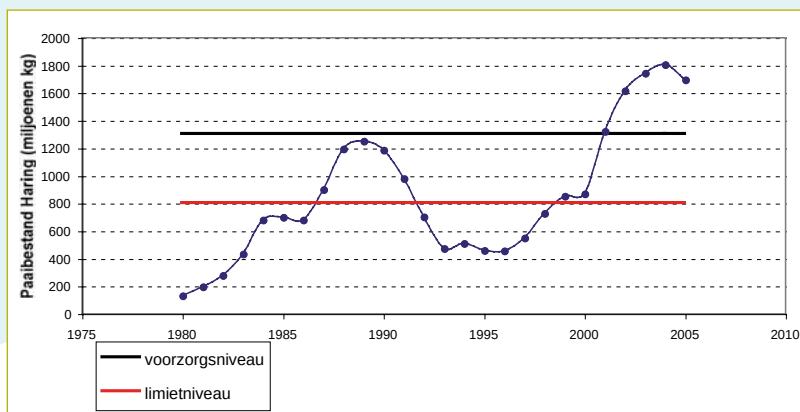
Kaart 6.2: Verspreiding van Haring in voor- en najaar. Data van de Luctor in aantal/ha



Figuur 6.2: Haringvangst tussen 1990 en 2005.



Figuur 6.3: Samenstelling van de vangst (kg) in pelagische vistuigen met schepen groter dan 300 pk. De gegevens zijn gemiddelden over 1995-2000. Schepen kleiner dan 300pk zijn weggelaten.



Figuur 6.4: Het paaibestand van de Haring in de Noordzee tussen 1980 en 2005. (ICES 2006)

haringvisserij weer toegestaan en enkele jaren later zorgde een te grote visserijdruk opnieuw voor een aanzienlijke afname. Sinds 2002 ligt het bestand volwassen haring weer boven het voorzorgsniveau dankzij enkele jaren een grote productie van

nakomelingen (1998, 2000) en dankzij de in 1996 genomen vangstbeperkende maatregelen. Toen werd de toegestane haringvangst gehalveerd en werd tevens voor de industrievisserij een maximum aan bijvangst van haring gesteld.



Naast overbevissing is grindwinning een bedreiging voor de Haringbestanden vanwege de beschadiging van de paaiplaatsen (de Groot, 1980).

6.3 Ecologisch profiel van zandspiering (*Ammodytes spec.*)

De zandspiering is één van de vijf indicatieve vissoorten voor habitattype 1110 (zie hoofdstuk 4). De zandspiering is een rondvis die zowel pelagische als demersaal voorkomt. Deze soort wordt in het buitenland commercieel bevestigd. Het effectschema van zandspierungen is te vinden in paragraaf 11.4.

6.3.1 Auto-ecologie

Soorten, ondersoorten en rassen

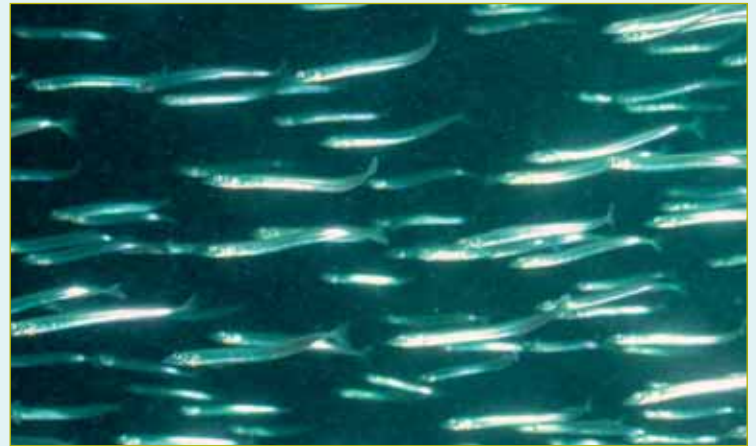
Zandspierungen zijn waarschijnlijk een van de meest talrijke vissoorten in de Noordzee (Daan et al. 1990). In de Nederlandse wateren komen de volgende drie soorten zandspierungen voor: de Gewone Zandspiering (*Ammodytes tobianus*), de Noorse Zandspiering (*Ammodytes marinus*) en de Smelt (*Hyperoplus lanceolatus*). Alle drie de soorten zijn algemeen langs de Nederlandse kust (Nijssen & de Groot, 1987).

Voedsel

Het voedsel van alle drie soorten zandspiering is zeer gevarieerd en bestaat onder meer uit wormen, roeipootkreeftjes en diverse andere kleine crustaceëen. Ook eten ze vislarven en eieren (de Bruyne, 1990, Reay, 1970). Het algemene beeld van de verspreiding van de Smelt in de Waddenzee doet vermoeden dat deze predator zijn favoriete prooiën volgt: de zandspiering, jonge Sprot en Haring (Fonds, 1978).

Reproductie

De paaitijden van de soorten verschillen. De paaitijd van de Gewone Zandspiering valt uiteen in twee perioden: april tot juni en september tot november. De Noorse Zandspiering paait in de periode december-mei en de Smelt in april en mei. De dieren zijn geslachtsrijp vanaf het tweede levensjaar. Zandspie-



Zandspierungen © foto Natura / Roy Waller

ringachtigen paaïen op zandige bodem, maar ook op fijn grind (tussen 0.35-1.3 mm). De korrelgrootte bepaalt de watercirculatie in de bodem, daarom is korrelgrootte belangrijk voor ingegraven dieren. Het paaïen gebeurt bij voorkeur langs de randen van grote zandbanken en op toppen van kleine zandbanken, met een stroomsnelheid van ongeveer 1m/s. De eieren worden in de bodem gelegd (de Bruyne, 1990).

Paai- en opgroeigebieden kunnen schade ondervinden van zandwinning.

Habitat

Het leefgebied van de drie soorten zandspiering verschilt: de Gewone Zandspiering is een typische kustgebonden soort die leeft vanaf de laagwaterlijn tot een diepte van ca. 30 m, de Noorse Zandspiering leeft vooral wat verder uit de kust tussen 30 en 150 m, terwijl de Smelt zowel vlak onder de kust als in dieper water voorkomt tot diepten van meer dan 150 m (de Bruyne, 1990).

Er zijn aanwijzingen dat volwassen zandspierungen in de winter wegtrekken van de kust en in het voorjaar terugkeren. Op momenten van inactiviteit graven de dieren zich bijna verticaal in het zand in, bijvoorbeeld 's nachts en bij een grote troebelheid en in de wintermaanden. Het wegkruipen bij grote troebelheid heeft te maken met het feit dat de dieren hun prooi visueel zoeken. De watertemperatuur en het voedselaanbod blijken ook invloed te hebben op de activiteit (Winslade, 1974a, 1974b,



1974c; Kühlmann & Karst, 1967). De dieren leven over het algemeen zeer sterk plaatsgebonden en keren na het voedsel zoeken vaak naar dezelfde plek terug (Kühlmann & Karst, 1967). De dichtheden van de zandspierungen zijn afhankelijk van de hoeveelheid slib en de korrelgrootte. Zandspierungen hebben een voorkeur voor zand met weinig slib, de grotere exemplaren bovendien een voorkeur hebben voor grover zand (Holland et al., 2005). De dieren zijn het meest actief in de periode van april-juli bij watertemperaturen boven de 10°C. Door het plaatsgebonden gedrag van zandspierungen, het verspreid voorkomen van hun leefgebied en de beperkte uitwisseling tussen paaigebieden van zandspierungen in het planktonstadium, bestaat het zuidelijke noordzeebestand uit meerdere subpopulaties (ICES, 2005). De kans bestaat dat de reproductiviteit van zeevogelkoloniën vermindert als een lokale populatie zandspierungen achteruitgaat. Dit is waargenomen in een Drieteenmeeuwkolonie (Duant et al., 2002).

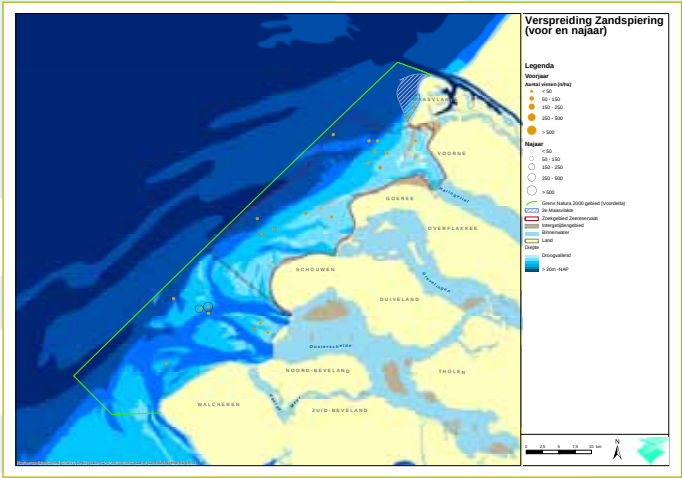
Uit de regressiemodelanalyse van de dichtheid data (aantal/ha) van de ulmeting met de Luctor blijken zowel de noordelijk/zuidelijk verspreiding als de maximale stroomsnelheid bij springtij significante factoren te zijn voor het voorkomen van zandspierung (verklarende variantie 16%) (Tulp et al., 2006).

6.3.2 Verspreiding in de Voordelta bij de nulmeting

Bij de nulmeting met de Luctor (zie paragraaf 6.1) zijn op diverse plaatsen zandspierungen gevangen. De verspreidingskaarten (kaart 6.3) laten zien, dat zowel in het voorjaar als in het najaar de zandspierung door het hele gebied gevonden wordt, in dichtheden tot 600 per hectare.

6.3.3 Zandspierungvisserij

In Nederland wordt er niet commercieel op zandspierung gevestig. Wel wordt in de zuidelijke Noordzee, voornamelijk door Denen, Noren en Engelsen op zandspierung gevestig voor de vismeel- en visolie-industrie. Het is de grootste visserij met één doelsoort in de Noordzee. In de afgelopen 10 jaar zijn de aangelande vangsten gedaald van boven de 1 miljoen ton naar recent minder dan 0.4 miljoen ton (ICES, 2005). Zandspierungen zijn ook indirect belangrijk voor de visserij, omdat zij het stapelvoedsel vormen van veel economisch belangrijke vissoorten, als Kabeljauw, Schelvis en Koolvis (Nijssen & de Groot, 1987). Daarnaast vormen zandspierungen belangrijk voedsel voor zeevogels en zeezoogdieren (Pierce et al., 1991; Tollit et al., 1997)) Nijssen & de Groot (1987) vermelden dat Smelten tijdens laagwater gemakkelijk worden gevestig door het drooggevallene strand om te spitten



Kaart 6.3: Verspreiding van zandspierung in voor- en najaar. Data van de Luctor in n/ha

6.4 Ecologisch profiel van grondels (*Pomatoschistus spec.*)

Ook grondels zijn een indicatieve vissoorten voor habitattype 1110 (zie hoofdstuk 4). De Grondel is een demersale rondvis die niet commercieel wordt bevestigd. Het effectschema van grondels is te vinden in paragraaf 11.5.

6.4.1 Auto-ecologie

Soorten, ondersoorten en rassen

Tot de familie van de grondels (gobiidae) behoren zo'n achttien soorten die in de zoute, zoete en brakke wateren van Europa leven. In Nederland komen zes soorten 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 en Glasgrondel hebben een afwijkende biologie ten opzichte van het geslacht *Pomatoschistus spec.* en een status als rode lijstsoorten. De Zwarte Grondel verschilt in een aantal opzichten van de *Pomatoschistus spec.* Hij is groter, heeft een veel langere levenscyclus en is veel minder talrijk. De Zwarte Grondel kan tot 18 cm lang worden (Nijssen & de Groot, 1987). Hij leeft ongeveer 4 à 5 jaar en wordt pas in het tweede jaar reproductief. Op de rode lijst wordt deze soort als "gevoelig" geclassificeerd. Tijdens de nulmeting en eerdere metingen in de Voordelta is de soort niet of minder dan 6 keer in 100 trekken aangetroffen en wordt dan ook niet als representatief voor habitattype 1110 gezien (Asjes et al., 2004; Tulp et al.,



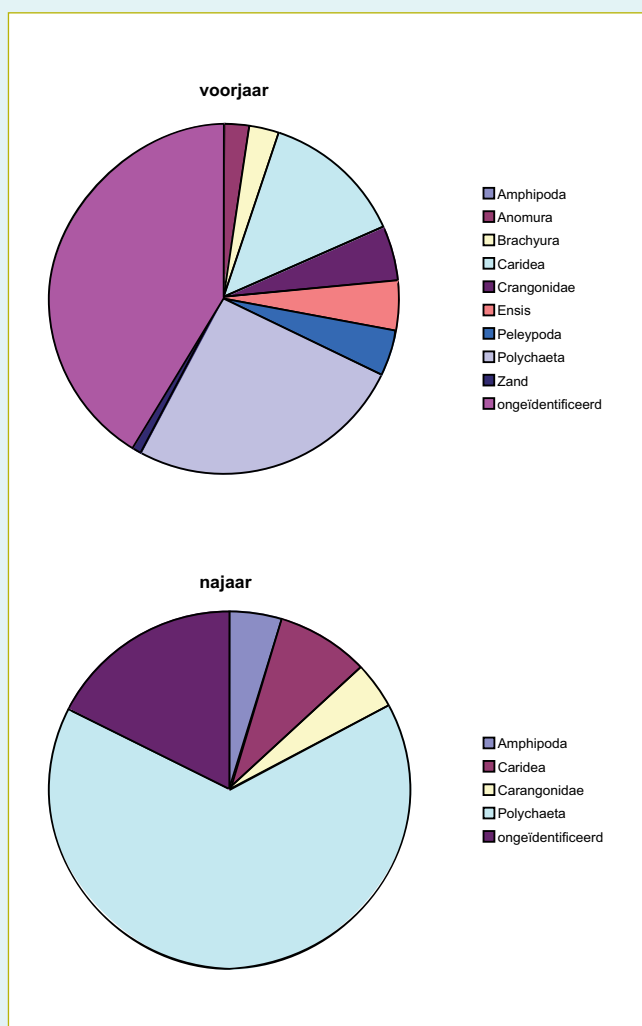
Dikkopje © Joost Bergsma

2006). De Glasgrondel wordt maximaal 8 cm en 1 jaar oud. Zoals de naam al zegt is de Glasgrondel transparant. De Glasgrondel heeft meer dan andere gobiidae een pelagische levensstijl (Nijssen & de Groot, 1987). Op de rode lijst wordt deze soort als "ernstig bedreigd" geclassificeerd. De Glasgrondel wordt weinig in de Voordelta gevangen. Hij wordt, anders dan andere gobiidae, alleen in het voorjaar gevangen en alleen in het gebied van Maasvlakte 2, het beoogde Zeereservaat, en niet in het referentiegebied (Tulp et al., 2006). De Zwarte Grondel en de Glasgrondel worden niet verder beschreven vanwege hun afwijkende biologie van de andere gobiidae.

De *Pomatoschistus spec.* zijn de meest voorkomende soorten, zij hebben een vergelijkbare ecologie en lijken veel op elkaar. Deze soorten worden vaak algemeen met "grondels" aangeduid, in dit hoofdstuk worden ze gezamenlijk onder deze naam behandeld.

Voedsel

Het voedsel van de grondels bestaat voor een groot deel uit kleine crustacea zoals copepoden, amphipoden en mysiden; maar polychaeten en vislarven worden ook gegeten (Knijn et al., 1993). *P. minutus* eet voornamelijk kleinere prooidieren. Er zit een duidelijk verschil tussen het voorjaar- en het najaardieet van het Dikkopje (Binnendijk, 2006). Figuur 6.5 laat het dieet van het Dikkopje zien. Omdat een deel van de maaginhoud niet geïdentificeerd kan worden, kunnen de verhoudingen niet één op één vergeleken worden. Wel is duidelijk een verschil in prooidieren te zien. Grondels vormen een belangrijke prooi voor een



Figuur 6.5: Dieet in voorjaar en najaar van het Dikkopje *P. minutus* (uit Binnendijk, 2006).

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. Het Dikkopje is de belangrijkste prooi voor juveniele Kabeljauw en Wijting (Hamerlynck & Hostens, 1994).

Reproductie

Het paaiseizoen van het Dikkopje is van april tot augustus. De eieren worden vaak afgezet in

schelpen van twee-kleppigen in ondiep water en worden bewaakt door het mannetje (Bagenal, 1979). Tijdens de broedzorg voorziet het mannetje de eieren van zuurstof door ze te bewaaiëren. Wanneer de zuurstofconcentratie in het water laag is en de energetische kosten van het bewaaiëren hoog, eten de mannetjes vaak een deel van het broed op (Lissåker et al., 2003). 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 (www.fishbase.org). 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 het 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). Doordat de larven ze een pelagisch stadium hebben, kunnen ze door de stroming vele kilometers van hun geboortegrond worden getransporteerd.

Habitat

Grondels worden vooral in ondiep water gevonden op zacht substraat. Het substraat is ook van belang voor het afzetten van eieren. 70 % van de aantallen kwamen voor in water minder dan 5m diep (Grift et al., 2001). Substraat is één van de belangrijkste bepalende factoren voor de verspreiding van deze grondels. De meeste grondelsoorten zijn goed bestand tegen lage zoutgehaltes (Nijssen & de Groot, 1987).

Uit een variantie analyse van de dichtheid data (aantal/ha) van de nulmeting met de Luctor blijkt dat de factoren seizoen en sediment voor de grondels significante factoren zijn voor het voorkomen (verklarende variantie 51%).

6.4.2 Populatie

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).

Van de grondels zijn het Dikkopje en de Lozano's Grondel algemeen in de Voordelta. De Kleurige Grondel is komt veel minder voor (Tiën et al., 2004). In de brakke delen is ook de Brakwatergrondel vrij talrijk. Hierdoor nemen grondels een belangrijke plaats in het ecosyteem 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.

Grondels migreren in het voorjaar naar ondiep water om te paaïen (Pampoulie et al., 2004). In de herfst worden veel grotere aantallen in de Voordelta waargenomen dan in het voorjaar. Kaart 6.5 laat de resultaten voor grondels van de nulmeting zien. Deze resultaten zijn verkregen met een garnalennet (Tulp et al., 2006). In dit onderzoek zijn in het voorjaar de aantallen Lozano's Grondel en Dikkopjes vergelijkbaar, in het najaar is het Dikkopje de meest voorkomende soort. Uit ander onderzoek voor de

Nederlandse kust bleek dat in de zomer Lozano's Grondel de meest voorkomende grondel is en in de winter het Dikkopje (Tiën et al., 2004).

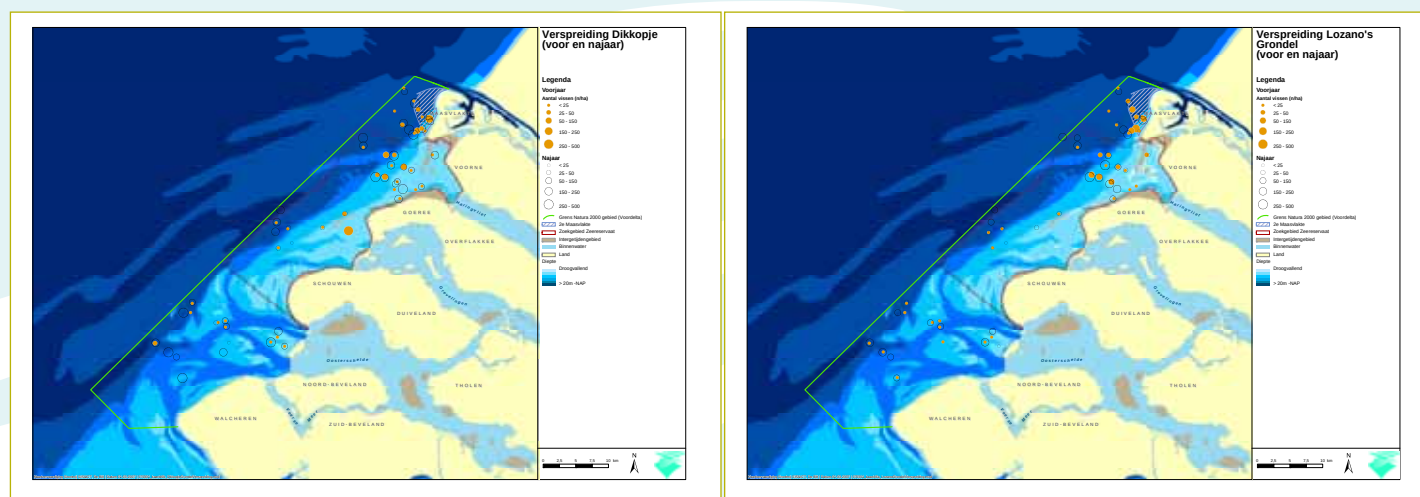
Volgens Hostens & Hamerlynck (1994) is Lozano's Grondel voor de Voordelta een indicatorsoort met dichtheden van meer dan 500 individuen per 1000 m².

6.4.3 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 Zeedonderpadden (Grift et al., 2001).

Het Dikkopje (*P. minutus*) wordt vooral door garnalenvissers gevangen (Bagenal, 1979). Bij de recente survey door IMARES van het visbestand in de Voordelta is ook met een garnalennet gevestig. 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.



Kaart 6.4: Verspreiding van twee soorten grondels (Dikkopje en Lozano's grondel) in voor- en najaar. Data van de Luctor in aantal/ha



Schol © Joris Geurts van Kessel

In fuiken is de bijvangst aan Dikkopje erg klein (Hamerlynck & Hostens 1994).

groot bestand (Muus & Dahlstrøm, 1966), dat ook genetisch homogeen is (Hoarau, 2002).

6.5 Ecologisch profiel van de Schol (*Pleuronectes platessa*)

De Schol is ook een indicatieve vissoort voor habitattype 1110 (zie hoofdstuk 4). De Schol is een demersale platvis die commercieel wordt bevestigd. De Voordelta is vooral voor ondermaatse Schol van belang. Het effectschema van ondermaatse Schol is te vinden in paragraaf 11.6.

6.5.1 Auto-ecologie

Soorten, ondersoorten en rassen

Binnen het verspreidingsgebied onderscheidt men meerdere lokale rassen Schol naar het aantal vinstralen en wervels. Ondanks deze lokale rassen wordt de Schol voor het continentaal plat beschouwd als één

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 opgroeigebieden is de jonge Schol een van de belangrijkste toppredatoren die zich vooral voedt met delen van bodemorganismen die weer kunnen aangroeien, als staartstukken van zeepijpen en siphonen van schelpdieren. Per jaar consumeren de schollen ongeveer 5 g AFDW/m². 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 nulmetingen in de Voordelta werd duidelijk, dat naar mate de Schollen ouder worden *Ensis* spec. een steeds belangrijkere plaats inneemt in het dieet.



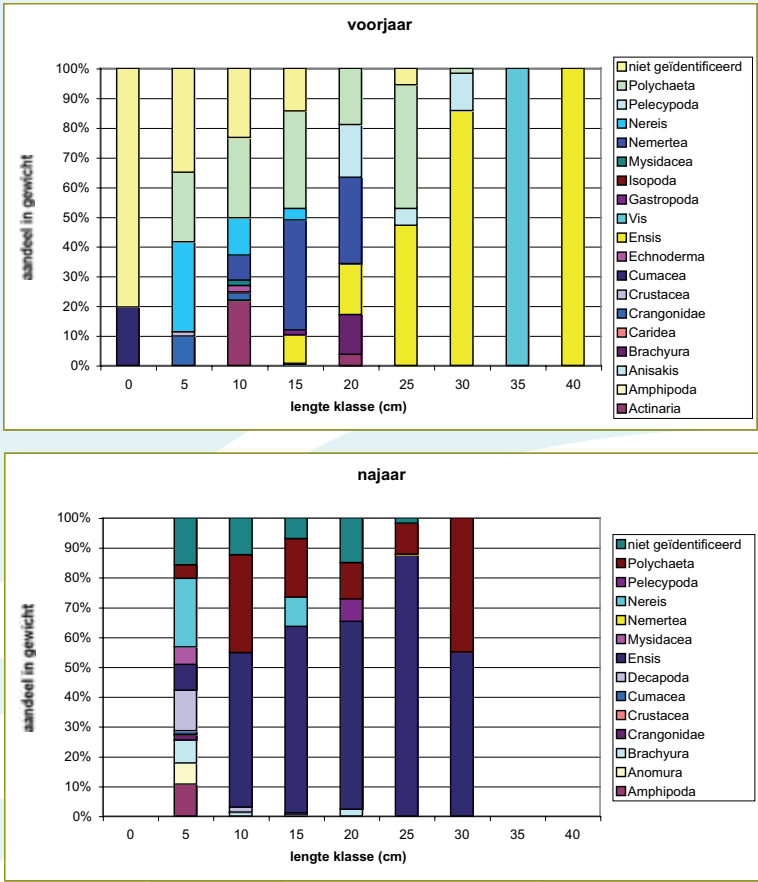
Figuur 6.6 geeft een totaal beeld van het dieet van de Schol in de Voordelta (Tulp et al., 2006).

Het voedselaanbod en de scholdichtheid kunnen van jaar tot jaar verschillen. De hoogste scholdichtheden treden op tijdens het larvenstadium. In deze periode kan er mogelijk voedselbeperking voor de larven optreden, waarvan vertraagde groei of zelfs sterfte het gevolg kan zijn. Meer dan indirecte aanwijzingen zijn echter niet voorhanden (Bergman, 1989). Gedurende het verblijf in de opgroei-gebieden kunnen eveneens hoge dichtheden aan juveniele Schol ontstaan. Uit groei-onderzoek in de Waddenzee blijkt, dat ondanks de hoge dichtheden jonge Schol, de groei uitsluitend bepaald wordt door de watertemperatuur. Dit duidt erop dat er voldoende voedsel is gedurende deze periode (Zijlstra et al., 1982). Desondanks kan de dichtheid in de opgroei-gebieden soms sterk verschillen. De eni-

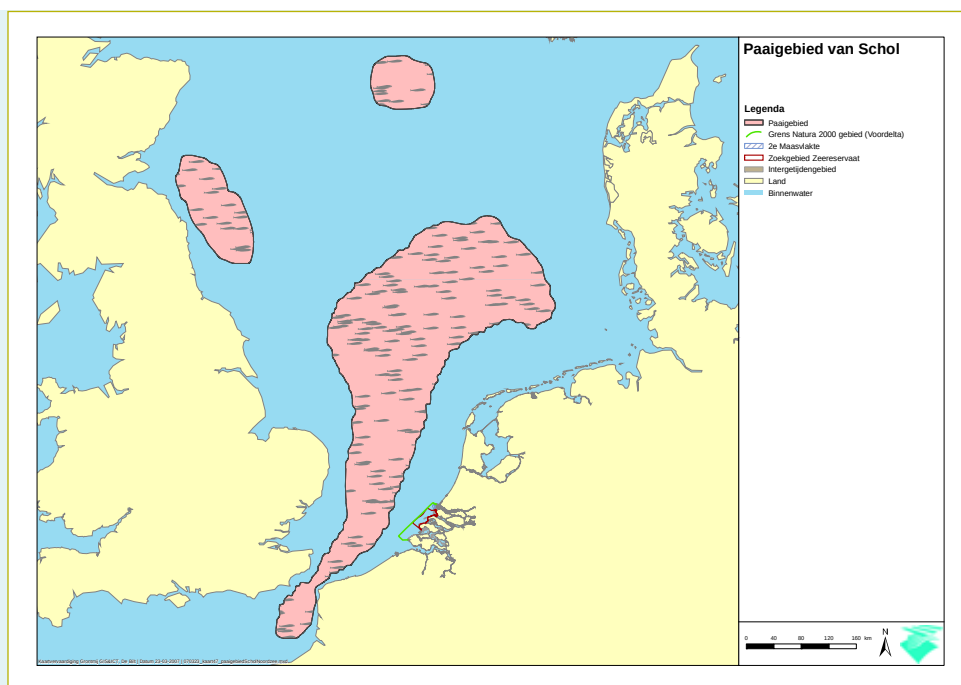
ge beperkende factor in de opgroei-gebieden lijkt de larvenaivoer vanuit open zee (Zuiderna, 1988). Op de Noordzee zijn de dichtheden volwassen Schol en het voedselaanbod over het algemeen geringer. Het is niet geheel duidelijk of er op de Noordzee voedselbeperking optreedt voor de volwassen Schol (Bergman, 1989).

Reproductie

Voortplanting van Schol vindt plaats op een aantal paaiplassen (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. Kaart 1.7 laat zien waar de paaigebieden liggen (Simpson, 1959). Scholeieren zijn vrij in het water zwevend, waardoor er geen speciale eisen aan de bodemsamenstelling van de paaiplassen gesteld



Figuur 6.6: Dieet van Schol naar lengteklasse in voor-en najaar (uit Tulp et al., 2006).



Kaart 6.5: Paaigebieden van Schol in de Noordzee

worden. Wel is een goede waterkwaliteit nodig. De ligging van de paaiplaatsen is in de loop van de jaren veranderd. Tussen 1930 en 1980 het belang van de zuidelijke Bocht relatief afgenomen ten gunste van de Duitse Bocht (Bergman, 1989). 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).

Eieren en larven verplaatsen zich passief op de noordoostwaarts gerichte reststromen in 3 à 4 maanden van de paaiplaatsen naar de opgroeigebieden in de kustzones (Harding et al., 1978). Een modelstudie concludeert dat de aanleg van de Tweede Maasvlakte geen effect heeft op het transport van vislarven (Bolle et al., 2005). De Waddenzee is het belangrijkste opgroeigebied (Zijlstra, 1982). 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 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).

Tijdens de eerste maand bevinden de jonge schollen zich uitsluitend op de getijdenplaten, zowel met hoog als met laag water. Na deze periode ontwikkelen de jonge schollen een getijdenmigratie en bevolken de getijdenplaten nog slechts met hoog water tijdens het zoeken 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 als gevolg van 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 zijn derde levensjaar in deze ondiepe opgroeigebieden om zich vervolgens, bij een lengte van 20-25 cm, te voegen bij de volwassen populatie in de Noordzee (Bergman, 1989).

Habitat

Scholeieren zijn vrij in het water zwevend, waardoor er geen speciale eisen aan de bodemsamenstelling van de paaiplaatsen gesteld zijn. Wel is een goede waterkwaliteit nodig. 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). Gedurende de eerste maand bevinden de jonge schollen zich uitsluitend op de getijdenplaten, zowel met hoog als met laag water. De juveniele Schol blijft tot aan het einde van zijn derde levensjaar in deze ondiepe opgroeigebieden. 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). In het najaar trekken adulte schollen onder invloed van de dalende watertemperatuur weg uit de ondiepe delen, naar de diepere sublitorale gebieden en de geulen. Schollen hebben een voorkeur voor zand, en hoe ouder ze worden hoe grover het zand waarop ze gevonden kunnen worden (ICES FishMap). Uit onderzoek in de Waddenzee blijkt, dat de groei van jonge Schol uitsluitend bepaald wordt door de watertemperatuur (Zijlstra et al., 1982). Uit variantieanalyse van de dichtheid jonge schol (aantal/ha) van de nulmetingen met de Luctor (visserij met garnalenkor), blijken de factorenseizoen en

tweekleppigen (*Bivalvia*) significante factoren te zijn voor de schommelingen in het voorkomen van jonge schol (verklarende variantie 10%). Zonder de biotische factor *Bivalvia* is het verklarende percentage 6%.

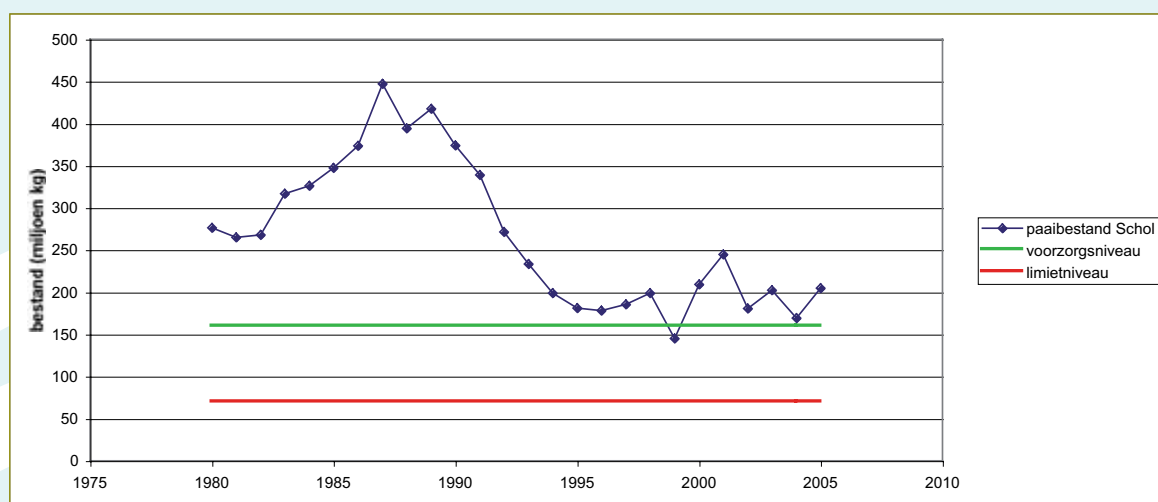
Uit variantieanalyse van de dichtheid volwassen schol (kg/ha) van de nulmetingen met de GO58 (schelpdiervisserij met boomkor) blijken de factoren seizoen en saliniteit significante factoren te zijn (verklarende variantie 18%) .

6.5.2 Populatie

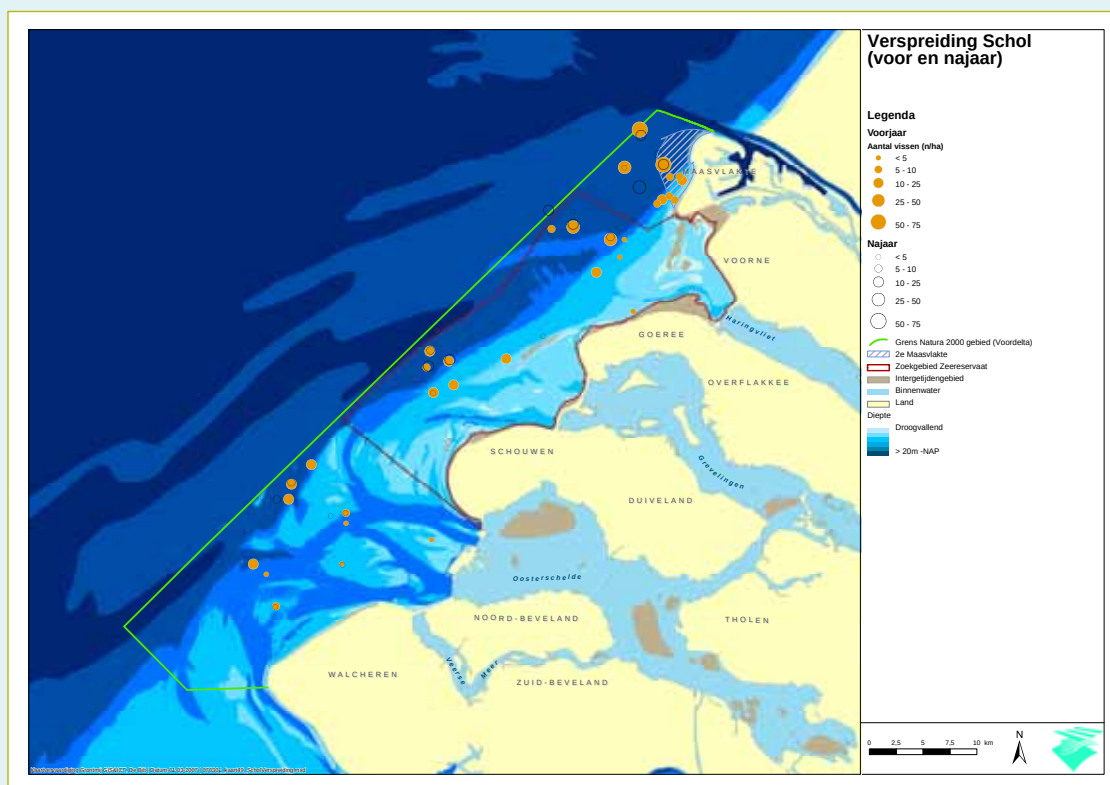
Europese populatie

De Schol *Pleuronectes platessa* 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 (Wimpenny, 1953). Binnen het verspreidingsgebied zijn er meerdere locale rassen, maar de Schol op het continentaal plat wordt beschouwd als één bestand (Muus & Dahlstrøm, 1966).

De verspreiding juveniele en volwassen Schol is duidelijk verschillend. De volwassen Schol vertoont een seizoensgebonden migratiegedrag. In het najaar verzamelen de adulten zich in de zuidelijke Noordzee om zich in de diepere delen voort te planten en in het voorjaar verspreiden zij zich in noordwaartse



Figuur 6.7: Paaibestand van de Schol tussen 1980 en 2005 (Data ICES, 2006).



Kaart 6.6: Verspreiding van Schol in voor- en najaar. Data van de Luctor in aantal/ha.

richting naar de voedselgebieden (de Veen, 1978).

In recente jaren hebben juveniele schollen zich meer naar buiten de kustzone verplaatst. Mogelijk ligt de oorzaak hiervan bij veranderingen van productiviteit door klimaatverandering of temperatuurveranderingen in de zuidelijk Noordzee (ICES, 2005)

De paaibestanden van de Schol zijn in de periode van 1980 tot 1986 toegenomen tot 450 miljoen kg. Daarna zijn de bestanden echter weer gedaald, en begin jaren negentig kwam het bestand onder het voorzorgsniveau. Sindsdien fluctueert het bestand tussen het voorzorgs- en het limietniveau. Figuur 6.7 laat duidelijk zien dat het bestand van de Schol zich al tien jaar op dit zeer zorgwekkende niveau bevindt.

Deltagebied

In de delen van het Deltagebied die na de afsluiting zoet zijn geworden komt geen (juvenile) Schol meer voor. De Grevelingen heeft na de afsluiting in betekenis als opgroei- en ingeboom. De belangrijkste gebieden in de Delta zijn de Ooster- en Westerschel-

de. Aangezien de larvenaanvoer in het Deltagebied gemiddeld slechts 10% bedraagt van de aanvoer in de westelijke Waddenzee (Rijnsdorp et al., 1985) mag aangenomen worden dat het belang van het Deltagebied als opgroei- en ingeboom gebied voor Schol relatief gering is. Dit beeld wordt ondersteund door de resultaten van de kinderkameropnames door het RIVO over de periode 1969-1978. In vergelijking tot de Waddenzee bedraagt de (relatieve) dichtheid van larven in het Deltagebied slechts 10-15% (de Veen et al., 1979).

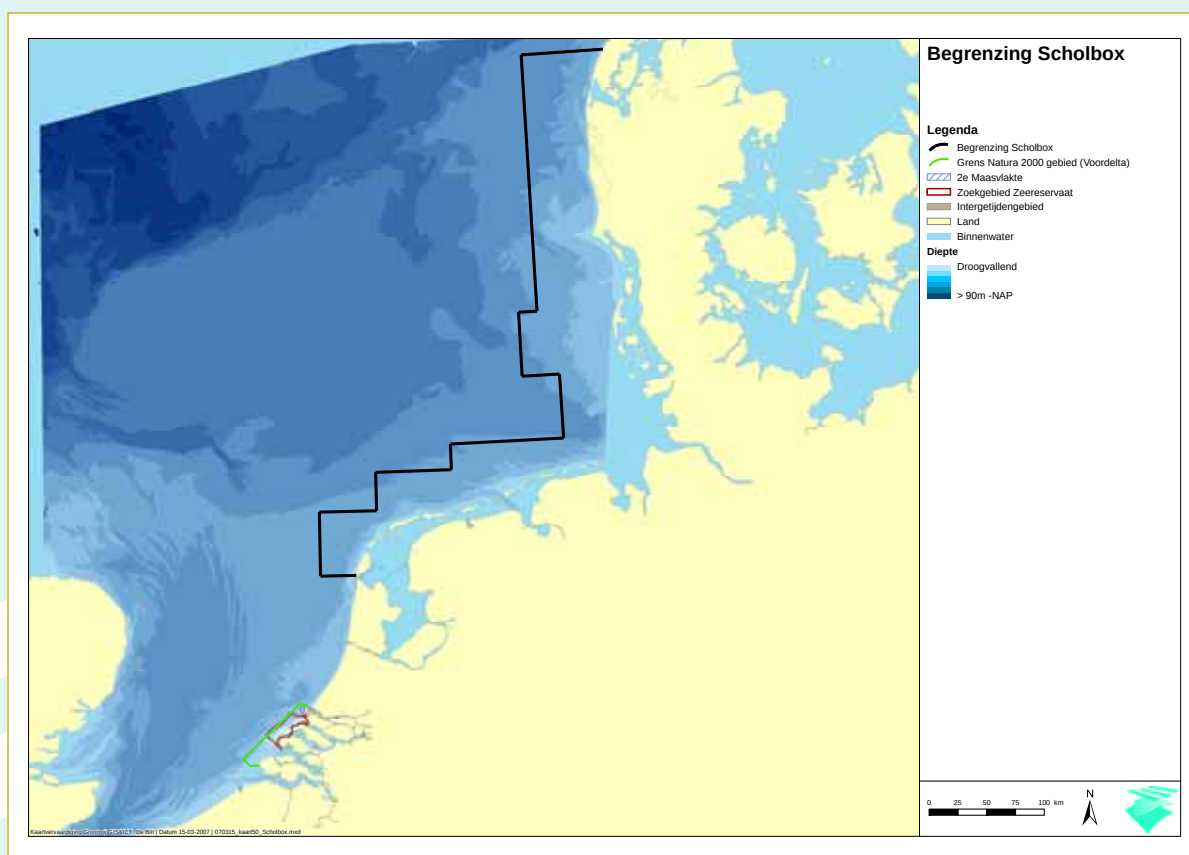
Voordelta

Ten behoeve van de nulmeting is het voorkomen van Schol gemeten in de Voordelta. Schol komt in het hele gebied voor, maar de hoogste concentraties zijn meer in het noorden te vinden. De hoogste dichtheid was 1500 exemplaren per hectare, in het voorjaar in de Haringvlietmonding. Kaart 6.6 laat de verspreiding van Schol in het voor- en najaar in de Voordelta zien.

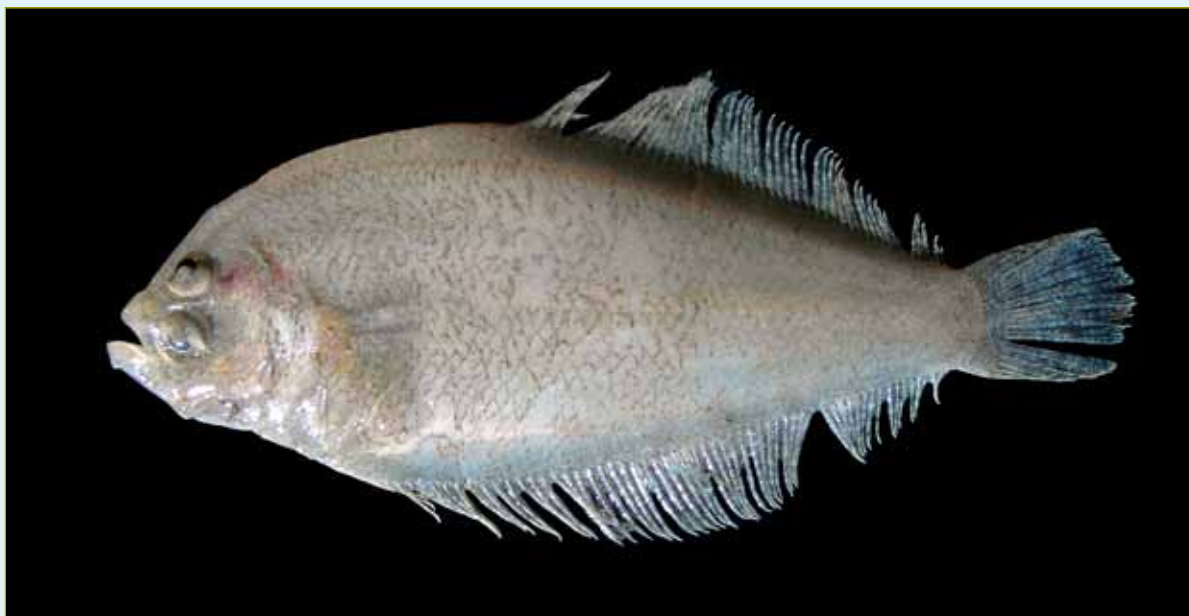
6.5.3 Scholvisserij

De visserij reguleert in belangrijke mate de scholpopulatie in de Noordzee (Bergman, 1989). Van de negentien soorten platvis in Noord Atlantische Oceaan, die worden bevestigd in de onder ICES vallende gebieden, worden zestien soorten overbevist (Rice & Cooper, 2003). Hieronder valt ook de Schol in het noordzeegebied, die al ruim tien jaar lang overbevist is (Rice & Cooper, 2003). Platvissen in de Noordzee worden grotendeels door boomkorren van de Nederlandse trawlvloot gevangen (ICES, 2005). De laatste jaren wordt er steeds meer onder de kust gevist op platvis (ICES, 2005), mogelijk als gevolg van de toegenomen brandstofkosten en/of de strengere quota. De minimum maaswijdte van de bordentrawls op de Noordzee is 80 mm. Deze maat is gekozen, omdat bij die wijdte de grootste

hoeveelheid bovenmaatse Tong (ondermaat = 24 cm) wordt gevangen. De ondermaat voor Schol is 27 cm, daardoor is er een hoge bijvangst van ondermaatse Schol bij die maaswijdte (ICES, 2004). Ter bescherming van de Schol is in 1989 de scholbox aangewezen. Dit is het gebied waarin alleen gevist mag worden met boten van minder dan 300 pk met een boomkor die kleiner is dan negen meter. Kaart 1.10 laat het gebied zien dat onder de scholbox valt. Het percentage ondermaatse Schol in de scholbox is sinds 1990 gedaald van 90% tot minder dan 70% in 2003 (Grift et al., 2004).



Kaart 6.7: De scholbox



De schurftvis © Hans Hillewaert

6.6 Ecologisch profiel van de Schurftvis (*Arnoglossus laterna*)

De Schurftvis is een indicatieve vissoorten voor habitattype 1110 (zie hoofdstuk 4). De Schurftvis is een demersale platvis die niet commercieel wordt bevestigd. Het effectschema van Schurftvis is te vinden in paragraaf 11.5.

6.6.1 Auto-ecologie

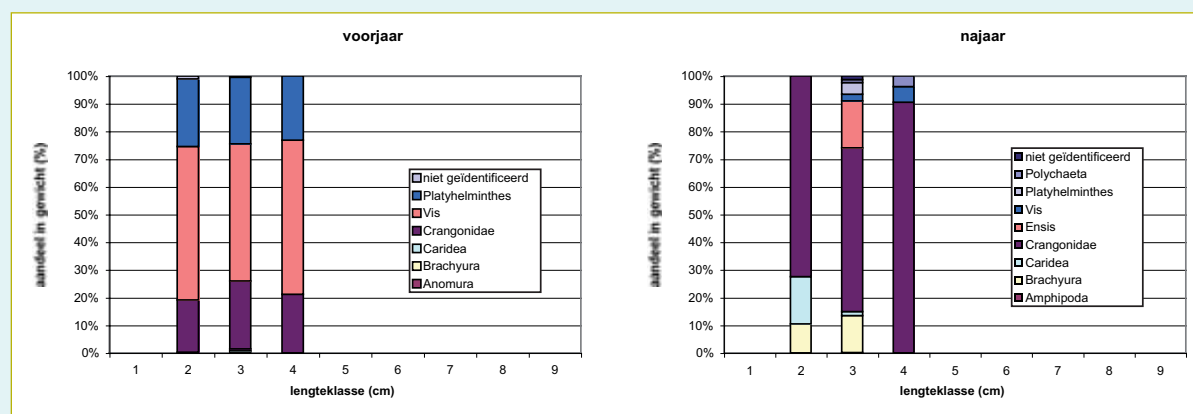
Voedsel

Over het voedsel van larvale Schurftvissen in de Noordzee is niet veel bekend. In het noordwesten van de Middellandse zee voeden de pelagische larven zich voornamelijk met grotere levensstadia van Copepoda (roeipootkreeftjes). In het onderzochte gebied lijken dat bijna uitsluitend de grotere levensstadia van *Paracalanus* sp. te zijn (Sanchez-Velasco, 1998). *Paracalanus* is daar wel een veel voorkomende soort, maar niet de meest algemene. Of schurftvislarven in de Noordzee ook zo specialistisch zijn is niet zeker. De larven foerageren overdag.

De Schurftvis wordt meestal omschreven als een zichtjager (Nijssen & de Groot, 1987). Dit wordt bevestigd door de observatie dat deze soort voornamelijk overdag eet, in tegenstelling tot een aantal andere platvissoorten die ook afkomstig zijn uit de Golf van Fos in de Middellandse Zee (Darnaude et al., 2001).

De belangrijkste prooidieren van volwassen Schurftvissen zijn ongewervelden en kleine (juvenile) vissoorten. Kleine Crustacea (kreeftachtigen) vormen het belangrijkste deel van hun voedsel, gevolgd door Polychaeta (borstelwormen), kleine vis en mysiden (spookkreeftjes) (Gibson & Ezzi, 1980). In de Middellandse zee is een voedselwebstudie uitgevoerd (gebaseerd op stabiele isotopen), waaruit bleek dat de Schurftvis bovenaan de voedselketen staat die op fytoplankton is gebaseerd. Dat betekent dat zij voornamelijk gebruikmaken van koolstofbronnen die afkomstig zijn uit het mariene milieu. Andere platvissoorten uit de Middellandse Zee foerageren relatief meer op borstelwormen en zijn daarmee voor een groter deel afhankelijk van koolstofbronnen afkomstig uit de bodem (Darnaude et al., 2001). In hoeverre dit ook op gaat voor de Nederlandse wateren is niet bekend. In de Middellandse Zee werden verschillen





Figuur 6.8: Dieet van de Schurftvis in de Voordelta per lengteklasse in voor- en najaar (Tulp et al., 2006)

gevonden tussen zomer en winter. Daar bestaat in de winter het dieet van volwassen Schurftvissen voor bijna driekwart uit tweekleppigen en voor bijna een kwart uit Amphipoda zoals vlokreeftjes. In de zomer maken Amphipoda meer dan de helft uit van het dieet, en vormen jonge krabben ongeveer een kwart van de prooidieren. In de zomer vormen schelpdieren slechts een klein deel van het menu van de Schurftvis (Darnaude et al., 2001). Ook in de Nederlandse kustwateren bestaat er een verschil tussen zomer- en winterdieet (figuur 6.8). Bij maaginhoudanalyse tijdens de nulmeting blijkt, dat het voedsel van de Schurftvis in de Voordelta in het voorjaar voor meer dan de helft uit vis bestaan en in het najaar uit garnalen (Tulp et al., 2006). Er lijkt niet veel verschil in voedsel te zijn tussen de verschillende lengteklassen.

Reproductie

Er is niet veel bekend over de reproductie van de Schurftvis. In de zuidelijke Noordzee worden in mei de pelagische eieren aangetroffen (Griff et al., 2001). Dit is waarschijnlijk ook het gebied waarin gepaaid wordt (Baltus & van der Veer, 1995). Ook de juvenielen worden vooral in de zuidelijke Noordzee aangetroffen (Knijn et al., 1993). Zowel in de Middellandse zee als in de Atlantische oceaan zitten de larven 's nachts gemiddeld op grotere diepte zitten dan overdag (Olivar & Sabates, 1997).

Habitat

Schurftvis wordt meestal op dieptes rond de 50 meter gevonden, voornamelijk op zachte ondergrond met een hoog slibgehalte, maar ook op zandbodems, (Gibson & Ezzi 1980).

Evenals bij zal de verspreiding en dichtheid van vissen binnen een kustgebied op grotere schaal bepaald worden door de beschikbaarheid van voedsel, dat wil zeggen, dat bij kleine hoeveelheden voedsel ook weinig vis voor zal komen. Omdat voedsel op die plaatsen waar vissen voorkomen niet limiterend is, wordt de dichtheid daar vooral bepaald door andere factoren dan voedsel, zoals aanwezigheid van geschikte paaigronden, de mogelijkheden voor vislarven en jonge vis om op bepaalde plaatsen te komen (processen die transport bepalen) en te overleven (predatie), en fysische aspecten zoals temperatuur, saliniteit, zuurstofgehalte, dynamiek (golven, stroom, etc.) (Wintermans et al., 1995).

Uit variantieanalyse van de dichtheid data (aantal) van de nulmetingen met de Luctor blijken de factoren sediment en diepte significante factoren te zijn voor het voorkomen van Schurftvissen (verklarende variantie 34%). Sinds de jaren '90 lijkt het aantal Schurftvissen in de Nederlandse wateren toe te nemen. Als verklaring hiervoor wordt de verhoging van de wintertemperatuur in de afgelopen jaren genoemd. Omdat de Schurftvis gezien wordt als een zichtjager kan er mogelijk een effect van vertroebeling verwacht worden.

6.6.2 Populatie

Europese populatie

De Schurftvis komt vrij algemeen voor in de oostelijke Atlantische Oceaan, van Noorwegen tot aan Angola. Hij wordt ook veel aangetroffen in de Middellandse Zee en de Zwarte zee. In de Middellandse zee behoort hij op sommige punten tot de dominante platvissoorten (Darnaude et al., 2004). De jonge stadia van de Schurftvis en de eieren van deze soort worden gevonden in min of meer dezelfde gebieden als de volwassen dieren (Baltus & van der Veer, 1995). Hetzelfde resultaat werd gevonden voor deze vis in het estuarium van de Taag, Portugal (Prista et al., 2003).

Hollandse kust

De Schurftvis is in Nederland ook geregistreerd als "autochtone vis", d.w.z. een vissoort die Nederland op eigen kracht bereikt heeft en zich hier al minstens tien jaar voortplant (www.soortenregister.nl). Tijdens een aantal monstertochten in 2003 en 2004 voor de Hollandse kust werd gevonden dat de schurftvis een vrij gelijkmatige verspreiding had over het bemonsterde gebied. Langs de Nederlandse kust is het momenteel een vrij veel voorkomende soort, met name in de zomer (Tiën et al., 2004). In

de Noordzee wordt hij voornamelijk in het zuidelijk deel aangetroffen.

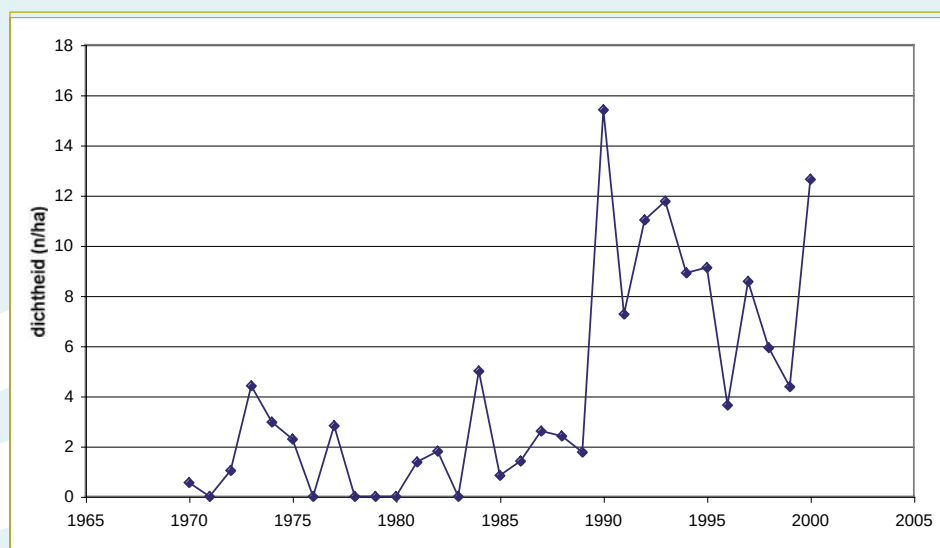
Verschillende studies tonen aan, dat larven nauwelijks worden gevonden in de Waddenzee (Grift et al., 2001). Er zijn wel larven in planktonmonsters even buiten Texel aangetroffen. Het is niet duidelijk of de larven de Waddenzee niet kunnen bereiken of dat daar de condities om te vestigen niet goed zijn (Baltus & van der Veer, 1995).

Figuur 6.9 laat zien dat sinds het begin van de jaren '90 de Schurftvis sterk in aantal lijkt toe te nemen (Daan 2000; Grift et al., 2001). Dezelfde trend wordt waargenomen in het Kattegat en het Skagerrak (Casini et al., 2005).

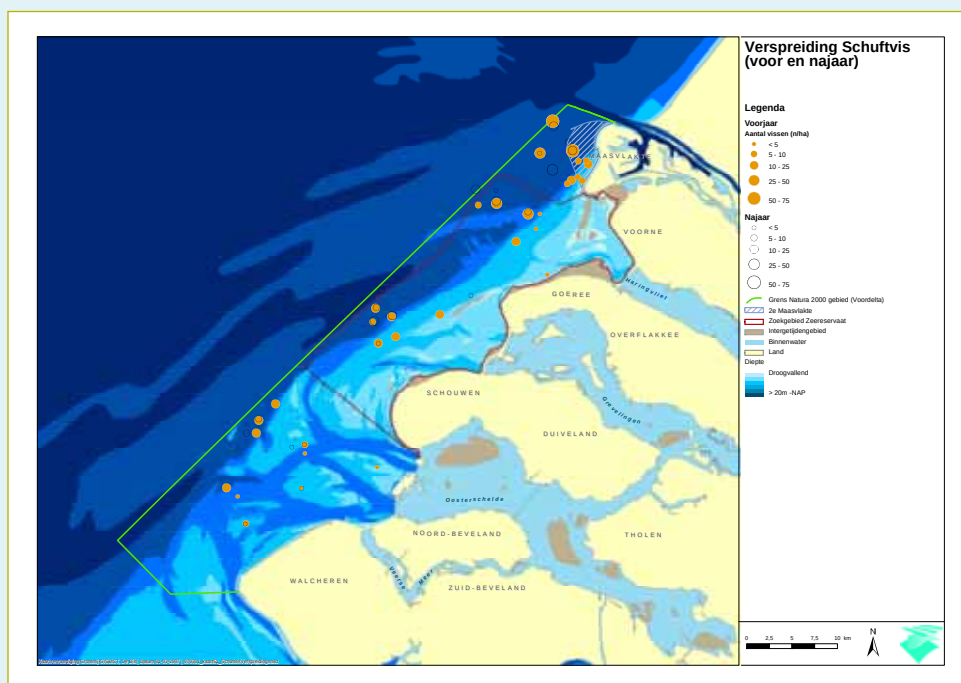
Er wordt aangenomen dat deze toename een relatie heeft met een verhoging van wintertemperatuur in de afgelopen jaren (Tiën et al., 2004). De gemiddelde dichtheid over de periode 1995-2000 in de Nederlandse noordzeekust ligt rond de 0.2 exemplaar per 1000 m² (Grift et al., 2001).

Voordelta

In de Voordelta wordt de Schurftvis tijdens de nulmeting aangetroffen in dichtheden tot 100 exemplaren per hectare. De verspreidingskaarten (kaart 6.11) laten zien, dat de Schurftvis zich meer in de diepere delen van het gebied ophoudt



Figuur 6.9: Aantallen *A. laterna* (Schurftvis) per hectare tussen 1970 en 2000. Gegevens RIVO IJmuiden



Kaart 6.11: Verspreiding van Schurftvis in voor- en najaar. Data van de Luctor in aantal/ha.

6.6.3 Schurftvis als bijvangst

Omdat de vis over het algemeen niet groter wordt dan 20 cm heeft de Schurftvis geen commercieel belang. Hierdoor is er van deze soort relatief weinig bekend. Boomkorvisserij met standaard commerciële maaswijdte heeft een relatief lage vangstefficiëntie, <35%, voor de Schurftvis (Reiss et al., 2006).

6.7 Samenvatting en implicaties voor het maatregelenpakket

Vijf indicatorsoorten vis zijn aangewezen als kwaliteitsindicator voor het te compenseren habitattype 1110: Haring, zandspiering, grondel, Schol en Schurftvis.

De gondels zijn in het gebied in aantal de belangrijkste groep en vormen ook een substantieel deel van de visbiomassa. Deze vissen vormen het belangrijkste voedsel voor een groot aantal (com-

mercieel interessante) vissen (b.v. Kabeljauw, Wijting en Griet). Hierdoor nemen zij een belangrijke plaats in het ecosysteem in. Omdat er niet commercieel op grondels wordt gevisd, is niet goed bekend of de populatie de laatste jaren stabiel is of dat hij af- of toeneemt. Hetzelfde geldt voor de zandspiering in Nederland. Ook deze soort is belangrijk als voedsel voor vogels (o.a. Grote Stern) en andere vissen, maar ook van deze soort zijn niet veel gegevens bekend van de populatie ontwikkeling in de Voordelta. De Haring is een commercieel belangrijke soort die in de Voordelta relatief veel voorkomt. Die populatie lijkt in de Noordzee momenteel redelijk gezond. De twee platvissen laten een tegengesteld beeld zien. Van de Schurftvis lijkt het aantal de laatste jaren toe te nemen. De Scholpopulatie daarentegen bevindt zich al jaren tussen het voorzorgs- en limietniveau.

De Haring en de zandspiering halen hun voedsel voornamelijk uit de waterkolom. Beiden eten planktonische Crustacea en de grotere Haring eet ook kleine vis. De andere drie groepen eten bodemdieren en zijn dus van hun voedsel direct afhankelijk van secundaire productie in het gebied zelf. Opvallend



Garnalenkor © IMARES

is dat de Amerikaanse zwaardschede *Ensis* een belangrijk deel uitmaakt van het dieet van de Schol, met name omdat de Amerikaanse Zwaardschede relatief kort in het gebied voorkomt. De Schurftvis haalt zijn voedsel uit de waterkolom, ondanks het feit dat hij een bodemvis is.

beroerende visserij. In het maatregelenpakket zal aandacht moeten worden besteed aan deze vorm van visserij.

De belangrijkste vorm van verstoring voor commercieel beviste vissen wordt uiteraard gevormd door de visserij. Haring en Schol worden door Nederland commercieel bevist. De scholpopulatie lijkt direct te worden bedreigd door overbevissing. Zowel de grondels als de Schurftvis hebben het meeste te lijden van de garnalenvisserij. Zij zijn geen doelsoort van visserij maar vormen een belangrijk deel van de bijvangst.

In het maatregelenpakket moeten maatregelen worden genomen die gunstig zijn voor habitattypen 1110 en daarmee de vissen. De ecoprofielen laten zien dat niet altijd voldoende informatie beschikbaar is om specifieke maatregelen te nemen. Duidelijk is wel dat alle geselecteerde soorten op één of andere manier worden beïnvloed door bodem-





Zwarte Zee-eend © Birdpix / Arie Ouwerkerk



7 Vogels in de Voordelta en ecologisch profiel van zes soorten

Habitattype 1110 is in hoofdstuk 4 met de karakteristieke bodemdieren, vissen en functionele vogelgroepen gedefinieerd. Ook bij vogels geldt dat de relatie met de kwaliteit van het ecosysteem niet één op één te leggen is. Het leefgebied van de aanwezige soorten in het algemeen, en dus ook dat van de genoemde soorten in habitattype 1110, strekt zich uit tot (ver) buiten de Voordelta. Het verbeteren van de kwaliteit van de Voordelta hoeft dan ook niet persé te leiden tot waarneembare vooruitgang bij de aangewezen vogelsoorten.

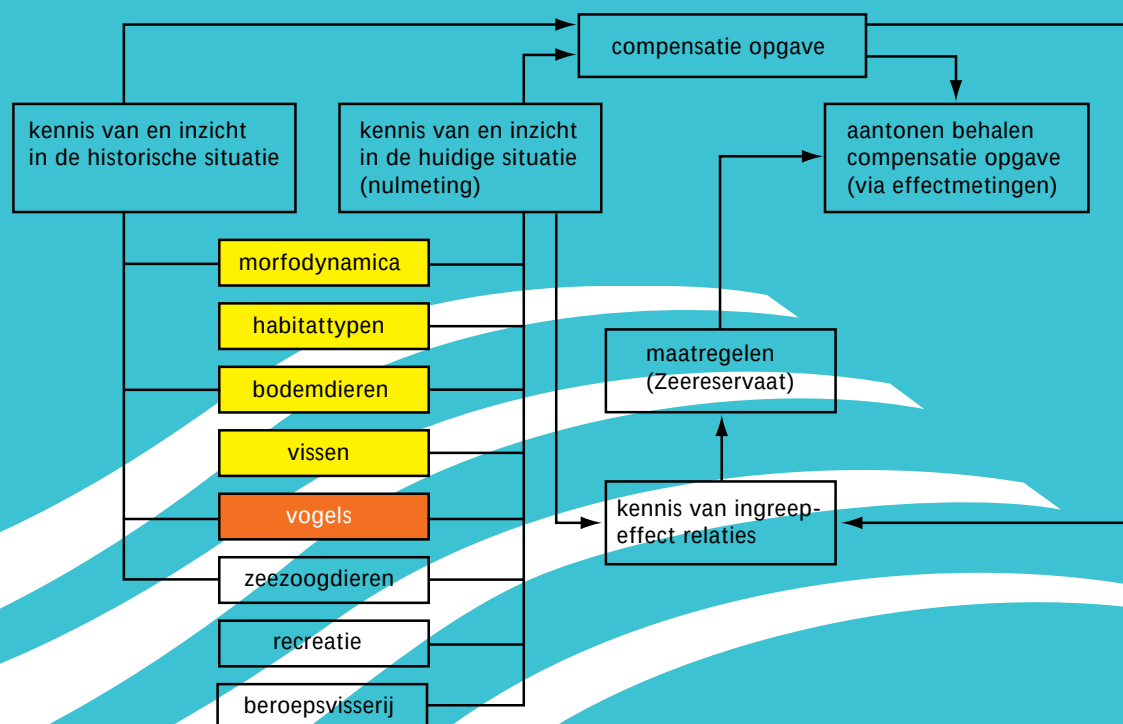
In de Voordelta zijn drie functionele vogelgroepen onderscheiden onder de soorten met een directe afhankelijkheid van habitattype 1110. Elke groep is vertegenwoordigd door twee indicatorsoorten:

- voor de schelpdieretende eenden gaat het dan om de Zwarte Zee-eend en de Eidereend;
- de sterns worden vertegenwoordigd door de Grote Stern en de Visdief;
- en de visetende watervogels door de Roodkeelduiker en de Kuifduiker.

In dit hoofdstuk worden de ecoprofielen van de vogels die indicatorsoort zijn gepresenteerd. Uit deze profielen en informatie over gebruiksfuncties in de Voordelta wordt een effectschema per indicatorsoort afgeleid (zie hoofdstuk 11).

De informatie in dit hoofdstuk is (tenzij anders vermeld) gebaseerd op het volgende basisdocumenten:

- Zeevogels in de Voordelta 2004/2005 en 2005/2006 van Bureau Waardenburg (Poot et al., 2006);
- Ecoprofielen van zeevogels ten behoeve van een Zeereservaat in de Voordelta van Altenburg & Wymenga (Kersten et al., 2006).



7.1 Het meten van de huidige situatie zeevogels

Bij de nulmeting zeevogels is in 2004 en 2005 het vóórkomen van zeevogels in de Voordelta gemonitord, en uitgedrukt in het aantal vogeldagen per teljaar (van juli van een jaar tot en met juni van het volgende jaar). In principe is het aantal vogeldagen (het product van het aantal vogels maal het aantal dagen dat zij van het gebied gebruik maken) een goede eenheid om het gebiedsgebruik door vogels weer te geven. Hoe groter de steekproef van tellingen in de tijd, des te nauwkeuriger en veelzeggender zal deze eenheid zijn. Doorgaans bestaat het bepalen van het aantal vogeldagen uit de vermenigvuldiging van slechts één telling per maand met het aantal dagen van die maand. Per teljaar worden de aantallen vogeldagen per maand bij elkaar opgeteld.

In dit rapport zijn de cijfers soms gebaseerd op meerdere tellingen per maand. Zee-eenden zijn twee teljaren twee keer per maand geteld, meeuwen en sterns in de zomer twee keer per maand en duikers en futen zijn in het winterhalfjaar in de kustzone twee keer per maand op het land geteld. Op basis van verschillende telmethoden is voor een aantal soorten zeevogels, waarvoor de Voordelta aangewezen is als Natura 2000-gebied, een zo nauwkeurig mogelijke populatieschatting en verspreiding bepaald. Deze gegevens leggen de nulsituatie voor aanleg van de Tweede Maasvlakte vast. Tellingen van vogels kennen een eigen nauwkeurigheid, afhankelijk van soort en (daarmee samenhangend) gekozen telmethode. Een deel van de soorten in de Voordelta kan integraal geteld worden, maar vogelsoorten die in het open deel van het water voorkomen niet. Dit deel van de Voordelta is relatief groot en uniform van karakter en kan alleen met steekproeven (transecten) geteld worden. Na de tellingen wordt door extrapolatie/interpolatie van de gegevens een schatting gemaakt van het aantal vogels dat er voorkomt.

De tellingen zijn uitgevoerd door ervaren veldwaarnemers, waarmee telfouten zo veel mogelijk worden voorkomen. In dit rapport wordt een

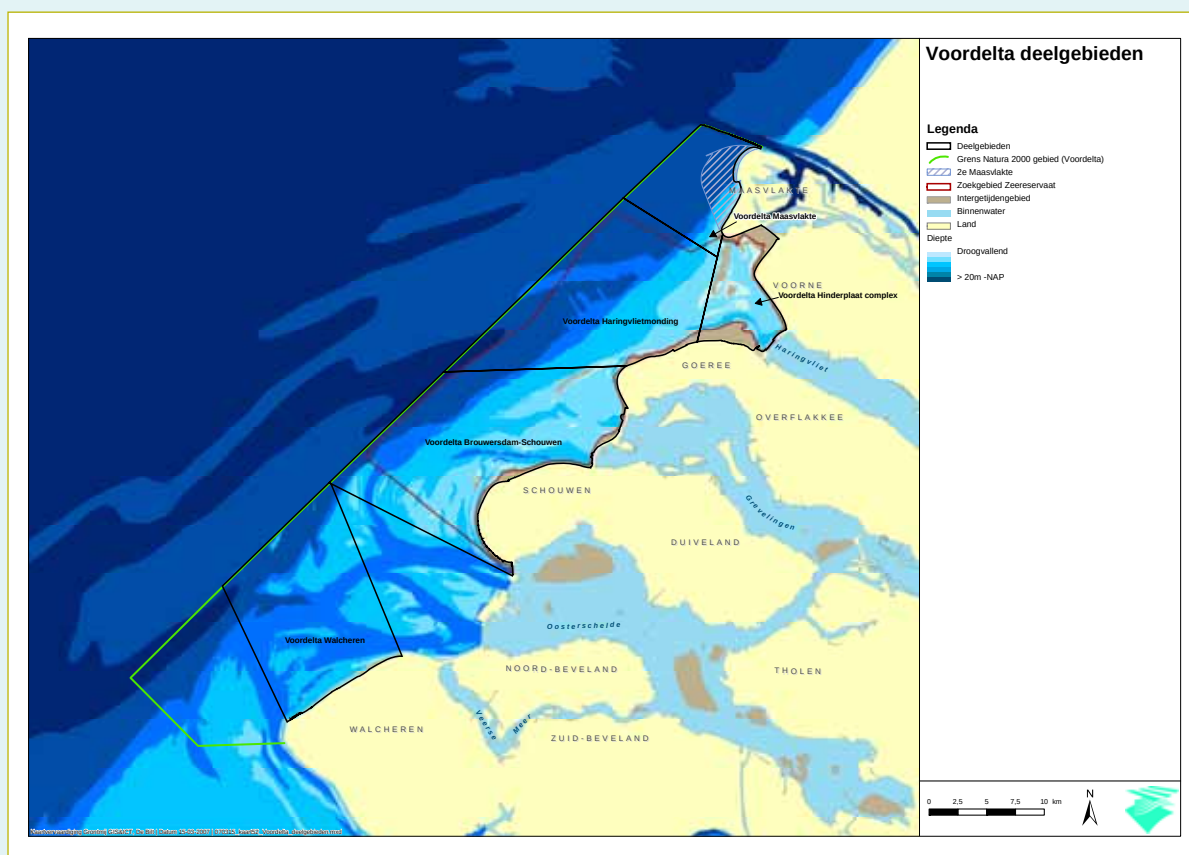
uitgebreide verantwoording gegeven van de vastgestelde aantallen met een indicatie van de nauwkeurigheid door het aangeven van de bandbreedte. Deze bandbreedte wordt in geval van steekproefonderzoek bepaald op basis van een statistische analyse. De statistische analyse geeft de mogelijkheid om met een 95% betrouwbaarheidsinterval de onnauwkeurigheid van de schatting van de totale populatie uit te drukken. Bij de soorten waarvan aangenomen mag worden dat nagenoeg de gehele populatie integraal in het studiegebied geteld kon worden, is een schatting te geven van de bandbreedte op basis van een analyse van foutbronnen. De bandbreedte is dan een minimum vastgesteld aantal en een gecorrigeerde schatting waarin foutbronnen zijn verdisconteerd. Meestal gaat het om het bijschatten van een fractie van gemiste vogels. Wanneer vogels in grote aantallen (lees grote groepen) voorkomen kunnen telfouten optreden (doorgaans onderschattingen). Om de belangrijkste vogelsoorten/soortgroepen te tellen, is een combinatie van typen tellingen gekozen, ieder met eigen kenmerken, periode en frequentie:

- futen en duikers: landtellingen
- futen en duikers: scheepstellingen
- meeuwen en sterns: vliegtuigtellingen
- zee-eenden: vliegtuigtellingen

In tabel 7.1 staan van de belangrijkste soorten de hoogste maandgemiddelden. Kaart 7.1 laat de indeling van de deelgebieden ten behoeve van de vogelsurvey zien.

Tabel 7.1: Hoogste maandgemiddelden voor de acht belangrijkste soorten in de Voordelta (Poot et al., 2006)

soort	seizoen	
	2004/2005	2005/2006
Roodkeelduiker	540	1060
Kuifduiker	38	35
Fuut	440	410
Zwarte Zee-eend	4724	8697
Eidereend	1440	2140
Toppereend	635	690
Kleine Mantelmeeuw	3823	3997
Grote Stern	2497	2182



Kaart 7.1: Studiegebied vogeltellingen in de Voordelta met onderverdeling naar deelgebieden. Deelgebied Walcheren werd alleen per vliegtuig op Zee-eenden onderzocht

7.2 Ecologisch profiel van de Zwarte Zee-eend (*Melanitta nigra*)

De Zwarte Zee-eend is een indicatorsoort voor habitattypen 1110. De soort moet gecompenseerd worden vanwege het directe effect van de aanleg van de Tweede Maasvlakte. In Nederland komt de Zwarte Zee-eend talrijk voor als doortrekker en wintergast op open zee. De Zwarte Zee-eend overwintert in de Voordelta en de eerste groepen verschijnen in augustus. Vanaf april is er sprake van wegtrek (Platteeuw et al., 1994). Kleine aantallen Zwarte Zee-eenden blijven de gehele zomer in de Voordelta (Strucker et al., 2006). Van de Zwarte Zee-eend is een ecoprofiel gemaakt

(Kersten et al., 2006), waarop veel van de informatie in de paragraaf is gebaseerd. Het effectschema voor de Zwarte Zee-eend, dat is opgesteld aan de hand van de informatie in deze paragraaf, wordt gepresenteerd in paragraaf 11.8.

7.2.1 Auto-ecologie

Voedsel

De Zwarte Zee-eend is een schelpdieretende Zee-eend van het sublitorale gebied (gebied onder de gemiddelde waterlijn). Van de Zwarte Zee-eenden is bekend dat de verspreiding sterk afhangt van het voedselaanbod (Berrevoets et al., 2005). Hoewel de Zwarte Zee-eend in staat is om tot 20 meter te duiken (Del Hoyo et al., 1992), zoekt hij zijn voedsel meestal op dieptes tussen de 2 en de 4 meter



Vogels tellen met vliegtuig © Zeeland Air / Bureau Waardenburg

(Cramp & Simmons, 1977). Populaties Zwarte Zee-eenden zijn dan ook voornamelijk te vinden op relatief ondiepe plaatsen in de kustzone. Zwarte Zee-eenden bevinden zich over het algemeen op een afstand van 0,5 tot 6,5 km tot de kust (Cramp & Simmons, 1977; Camphuysen & Leopold, 1994; Perry et al., 2004). Het hoofdvoedsel van de Zwarte Zee-eend was altijd de halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*) (Craemeersch et al., 2001). Dit schelpdier kon massaal voorkomen in de Nederlandse kustwateren (Leopold, 1996), maar wordt de laatste tijd steeds minder tot niet meer aangetroffen (hoofdstuk 5). De laatste jaren wordt dan ook de Amerikaanse Zwaardschede (*Ensis directus*) genoemd als voedsel (Leopold & Wolf, 2003; Wolf & Meininger, 2004). De Zwarte Zee-eend eet de schelpdieren met schelp en al op, waarna de schelp in de maag wordt gekraakt. Dit beperkt de grootte van geschikte schelpdieren tot een afmeting van maximaal 4 cm. Daarnaast eet de Zwarte Zee-eend ook vis en kreeftachtigen (Cramp & Simmons, 1977;

Del Hoyo et al., 1992).

De audit commissie (zie bijlage 16.7) stelde dat voor de Zwarte Zee-eend voedsel een belangrijke sturende variabele is.

Rustgedrag

Zwarte Zee-eenden kennen geen specifieke rustplaatsen en rusten op zee wanneer zij niet foerageren (Camphuysen & Leopold, 1994). De slagpenrui is in de maanden augustus en september in de Oostzee en Noordzee. Tijdens de slagpenrui kunnen de vogels niet vliegen. Hierdoor kunnen de vogels zich bij verstoring alleen zwemmend verplaatsen, wat veel meer energie kost dan wegvliegen (Kersten et al., 2006). Soms zijn in juni en juli nog Zwarte Zee-eenden in de Voordelta, hoewel de meeste dan al naar de broedgebieden vertrokken zijn. Mogelijk betreft het niet-broedende dieren in slagpenrui.

De audit commissie (zie bijlage 16.7) gaf aan dat rust belangrijk is voor de Zwarte Zee-eend, maar niet zo essentieel als voedsel.



Verstoring

De Zwarte Zee-eend staat bekend als gevoelig voor verstoring door scheepvaart; exacte verstoringafstanden voor verschillende vormen van watersport zijn onbekend (Leopold et al., 1995a; Craeymeersch, 2001). De gevoeligheid voor activiteiten op het water neemt toe met de grootte van de groep vogels (Leopold et al., 1995; Baptist et al., 1997). Geschat wordt dat de vluchtafstand van de Zwarte Zee-eend vergelijkbaar is met die van de Toppereend (*Aythya marila*), die eveneens in grote concentraties voorkomt en ook als verstoringgevoelig bekend staat (Kersten et al., 2006). Voor deze soort wordt een vluchtafstand van groter dan 500m genoemd voor scheepvaart (Platteeuw & Beekman, 1994). De vluchtafstand van vogels in de rui is groter, omdat zij niet kunnen vliegen. Het effect van de verstoring is dan ook groter, omdat de dieren meer tijd nodig hebben om terug te keren naar de voedselgronden (Kersten et al., 2006). De meeste concentratiegebieden van de Zwarte Zee-eend liggen zover uit de kust, dat alleen pleziervaartuigen, (sport)visserboten, windsurfers, kite-surfers en zeezeilers een potentiële verstoringbron vormen (Kersten et al., 2006). Van de verstoring door kite-surfers wordt verwacht dat deze aanzienlijk kan zijn door de hoge snelheid van de surfers en het geklapper van de vlieger (Kersten et al., 2006). Een andere mogelijke bron van verstoring is visserij. Er is een melding van in fuiken verdronken schelpdieretende eenden, maar de aantallen en soorten zijn onbekend (Baptist & Meininger, 1996). Op locaties waar de grootste concentraties Zwarte Zeenden zich bevinden (de Banjaard en Noordzijde van de Brouwersdam) vindt geen visserij met fuiken plaats (zie hoofdstuk 10). Naar verwachting onder vinden Zwarte Zee-eenden effect van visserij door verminderde beschikbaarheid van prooi-soorten (Berrevoets et al., 2005) en door de verstoring door visserij.

7.2.2 Populatiegrootte

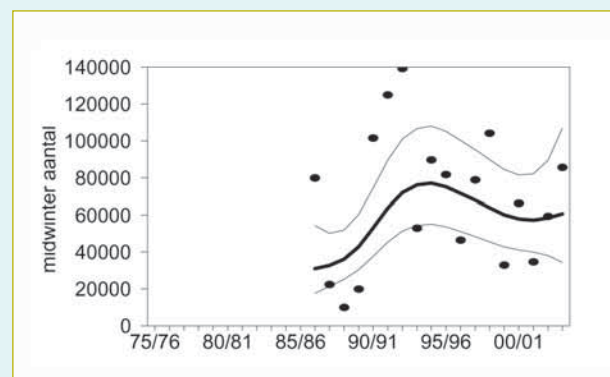
De Europese populatie

De Zwarte Zee-eendenpopulatie, die langs de Atlantische kust van Europa en Afrika overwintert,

bestaat uit ongeveer 1,6 miljoen vogels en is de afgelopen 10 jaar stabiel (Wetlands International, 2006).

De Nederlandse populatie

In Nederland zijn van oktober tot mei grote aantallen Zwarte Zee-eenden aanwezig, oplopend tot wel 10% van de trekkende populatie (Durinck et al., 1994; Leopold et al., 1995). De populatie Zwarte Zee-eenden in Nederland varieert veelal tussen de 50.000 en 100.000 vogels. In januari worden de laatste jaren bijna 54.000 exemplaren geteld. De landelijke aantallen fluctueren flink, waardoor het onzeker is of er een toenemende of afnemende trend is onder overwinteraars in Nederland. Figuur 7.1 geeft de trend weer. De trend is gebaseerd op één telling per jaar, met alle daarbij behorende onzekerheden (van Roomen et al., 2005).



Figuur 7.1: Fluctuerende aantallen Zwarte Zee-eenden in Nederland (grafiek uit Roomen et al., 2005).

In de zoute Delta worden in januari zo'n 3000 dieren geteld. Dit is minder dan 1% van de noordwestelijke Europese populatie en 6% van de Nederlandse populatie (Berrevoets et al., 2005). Naast de Voordelta is vooral de Waddenzee in de wintermaanden een belangrijk rust- en foerageergebied. In sommige jaren overwinteren er ook grote aantallen Zwarte Zee-eenden voor de Hollandse kust (Arts & Berrevoets, 2006).

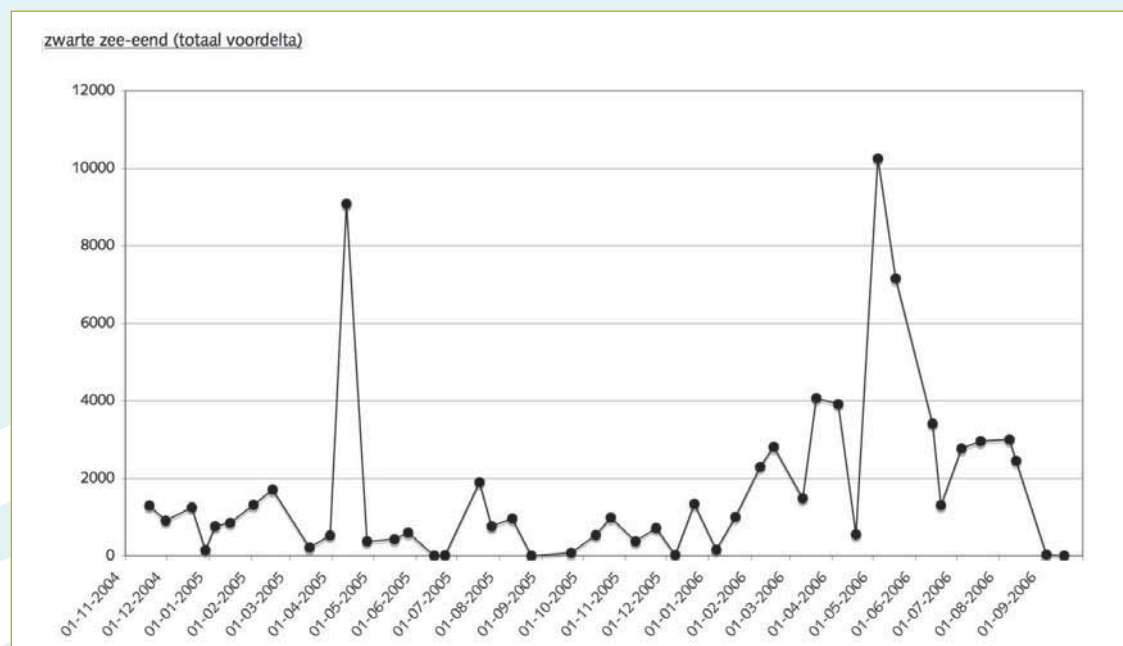
Huidige populatie in de Voordelta

Het voorkomen van de Zwarte Zee-eend in de Voordelta heeft een duidelijk seizoenspatroon. In het najaar (augustus t/m november) verschijnen de eerste groepen in de Voordelta. In deze periode nemen de aantallen langzaam toe. In de winter (december t/m februari) neemt het aantal Zwarte Zee-eenden sterk toe, tot in het begin van het voorjaar (maart t/m april) wanneer veelal de hoogste aantallen Zwarte Zee-eenden worden geteld. Vanaf het einde van het voorjaar (mei) is er sprake van wegtrek. In de zomer (juni en juli) verblijft een kleine groep Zwarte Zee-eenden in de Voordelta (Berrevoets et al., 2005). Soms zijn deze vogels in slagpenrui (Kersten et al., 2006).

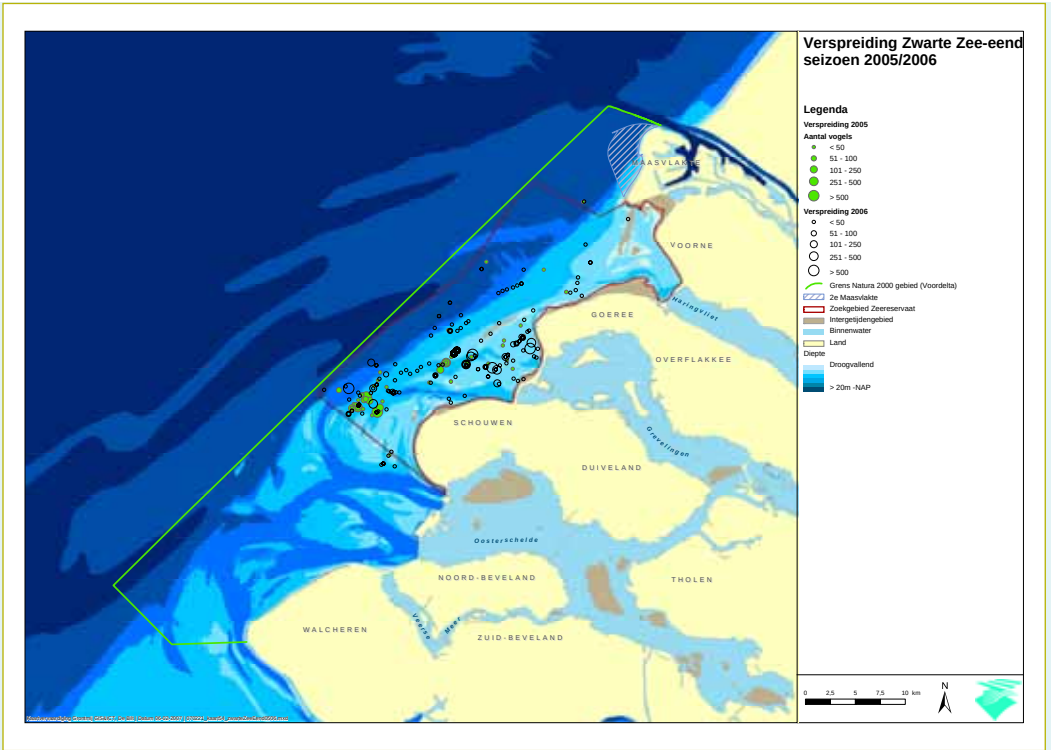
Het aantal waargenomen Zwarte Zee-eenden tijdens de nulmetingen (Poot et al., 2006) in de Voordelta (2004 -2006) varieert gedurende de wintermaanden tussen nul en 2000 vogels. In april nam het aantal toe tot ruim 9.000, waarna het aantal weer afnam tot minder dan 1000 stuks in juni (figuur 7.2). Dit komt overeen met de tellingen over de jaren 1993-2002 (Hoekstein et al., 2003).

Opmerkelijk is dat er tellingen voorkomen, waarop geen of nauwelijks Zwarte Zee-eenden worden waargenomen. Hieruit blijkt dat op sommige momenten Zwarte Zee-eenden buiten de Voordelta verblijven (Poot et al., 2006). Het is de vraag of afwezigheid van Zwarte Zee-eenden in de Voordelta veroorzaakt wordt door verstoring of door de kwaliteit van voedselgebieden elders. Ook de duur van afwezigheid is niet bekend; kortstondig (uren), of langdurig (langer dan een dag).

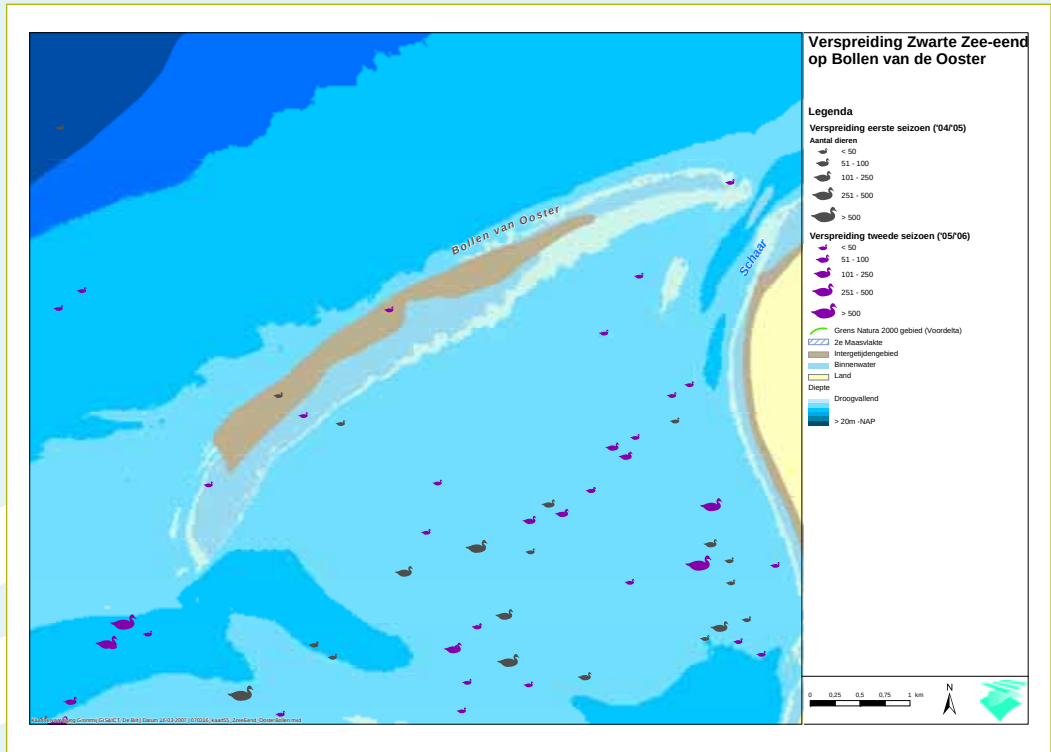
Van de data van de nulmetingen is een verspreidingskaart gemaakt (Poot et al., 2006). Kaart 7.2 geeft de verspreiding van 2005/2006 weer, de verspreiding van 2004/2005 is opgenomen in de kaartenatlas. Hieruit blijkt dat de Zwarte Zee-eend tussen 2004 en 2006 een erg vast verspreidingspatroon had in de Voordelta. De grootste aantallen worden vastgesteld op de Banjaard, ten westen van Schouwen-Duiveland en aan de noordzijde van de Brouwersdam. Dit komt goed overeen met de verspreiding van Zwarte Zee-eenden in de jaren 1999 tot 2004 (Berrevoets et al., 2005).



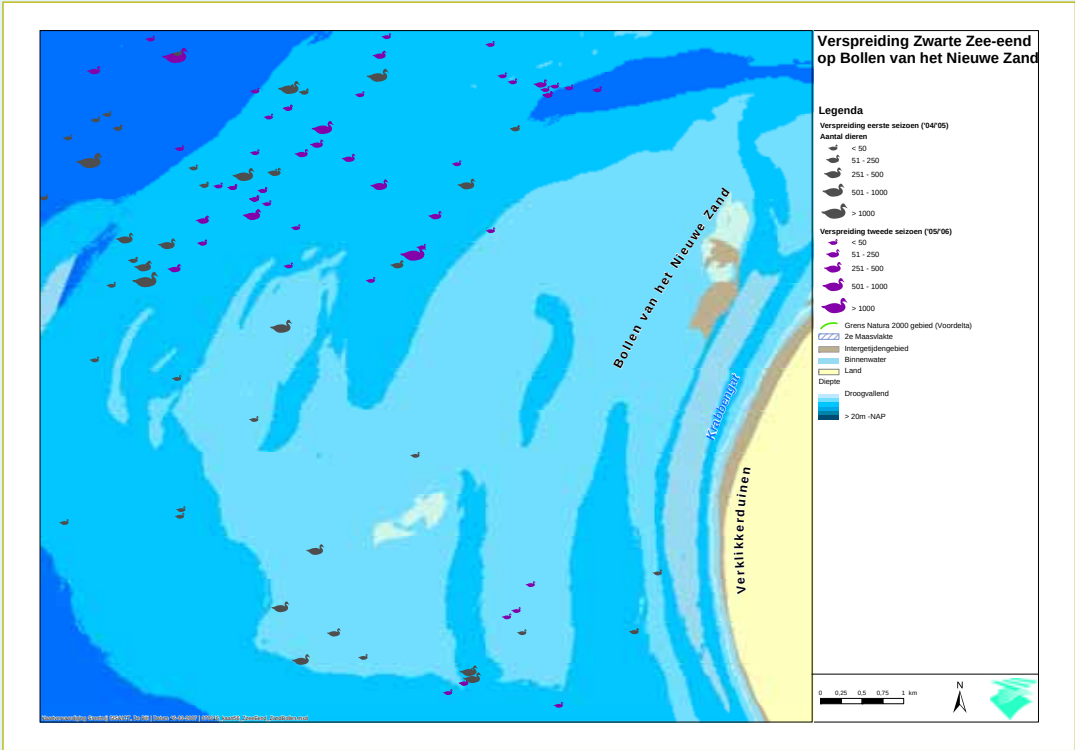
Figuur 7.2: Aantalverloop van de Zwarte Zee-eend in de Voordelta in de periode nov. 2004 t/m sep. 2006 (bron: alle vliegtuigtellingen BuWa/RIKZ en aanvullingen RIKZ; overgenomen uit Poot et al., 2006)



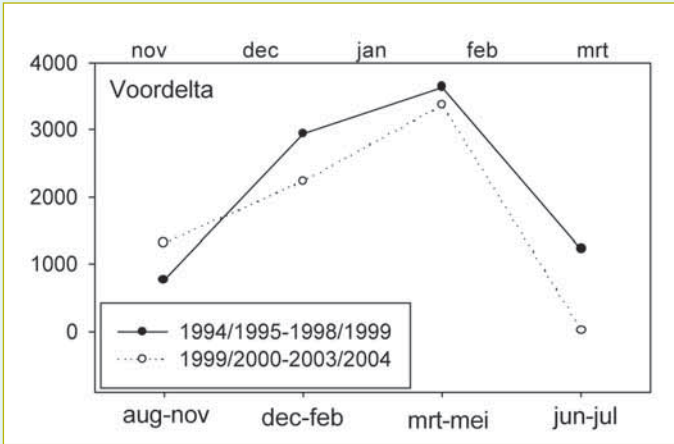
Kaart 7.2: Cumulatieve verspreiding van de Zwarte Zee-eend in de Voordelta in het tweede vogeljaar (uit Poot et al., 2006).



Kaart 7.3: Verspreiding van de Zwarte Zee-eend op de Bollen van de Ooster



Kaart 7.4: Verspreiding van de Zwarte Zee-eend op de Bollen van het Nieuwe Zand

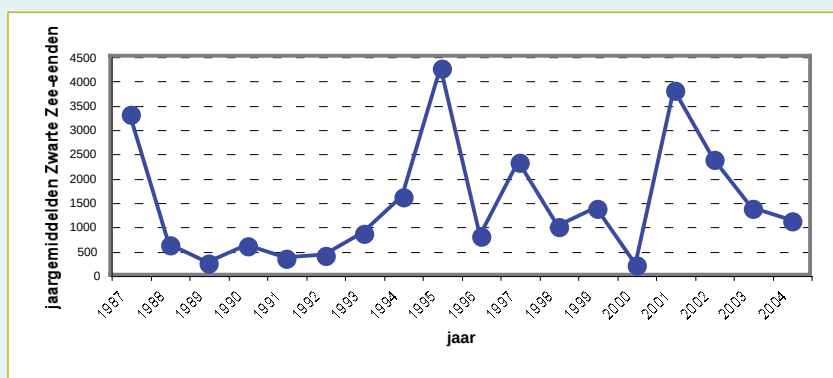


Figuur 7.4: Seizoensverloop Zwarte Zee-eenden in de Voordelta; Figuur uit (Berrevoets et al., 2005).

Op de verspreiding getoond in kaart 7.2 kan verder worden ingezoomd op de intergetijdengebieden. Bij de Hinderplaten bevinden zich nauwelijks Zwarte Zee-eenden. Bij de Bollen van de Ooster komen verspreid Zwarte Zee-eenden voor, zoals wordt getoond in kaart 7.3. Zoals reeds genoemd kennen Zwarte Zee-eenden een vast verspreidingspatroon, zodat verondersteld kan worden dat de eenden zich vaker op deze lokatie ophouden. Kaart 7.4 zoomt in op de Bollen van het Nieuwe Zand. Ook hier komen in beide meetseizoenen grotere concentraties van eenden voor.

Historische gegevens van de populatie in de Voordelta

Veel schommelingen karakteriseren het voorkomen van de Zwarte Zee-eend in de Voordelta. In vrijwel alle maanden van het jaar is er een grote spreiding van aantallen. Figuur 7.3 laat het verloop van het seizoensgemiddelde over de periode 1987 t/m 2004 zien.



Figuur 7.3: Fluctuerende aantallen Zwarte Zee-eenden in de Voordelta, seizoensgemiddeldes van Zwarte Zee-eend in de Voordelta door de jaren

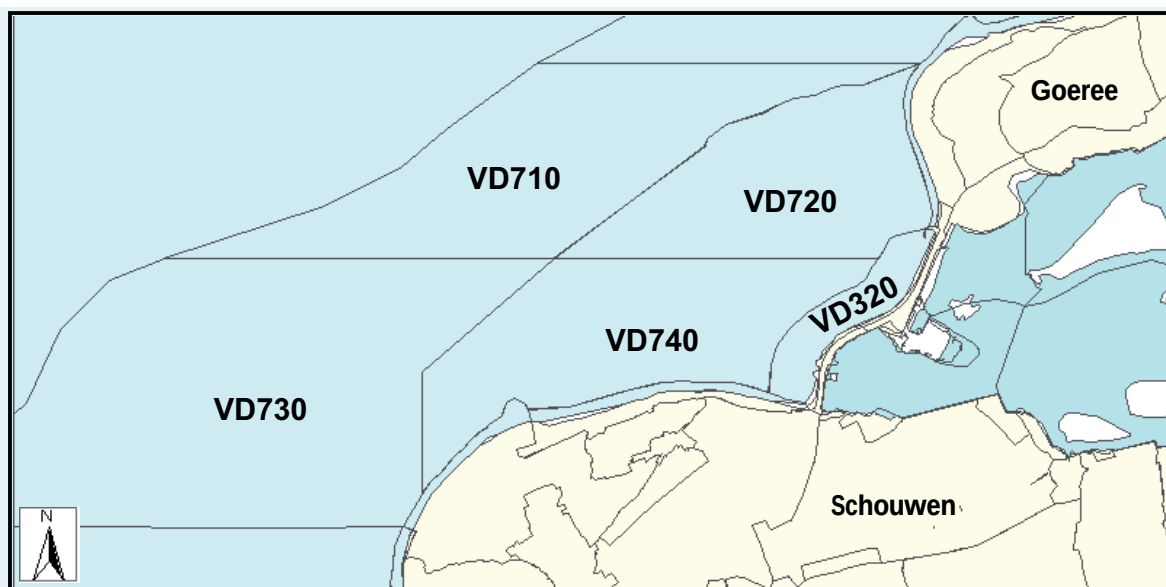
Gewoonlijk valt het seizoensmaximum in de maanden december t/m april (figuur 7.4). In deze periode is ook het absolute maximum geteld van 24.250 exemplaren (april 2002). Lage aantallen zijn in 1996/1997 geteld (maximaal 2470) en in 2000/2001 (maximaal 1200). In de zomer (juni en juli) verblijven er gemiddeld 600 Zwarte Zee-eenden in de Voordelta. Dit aantal is sterk beïnvloed door de uitschieters van de zomers 1995 en 1996, toen grote groepen Zwarte Zee-eenden werden geteld (maximaal 8000, juni 1995). In alle zomers daarna werden nooit meer dan 100 exemplaren in de Voordelta gezien (Berrevoets et al., 2005).

Verspreiding van de Zwarte Zee-eend door het seizoen nabij de Bollen van de Ooster.

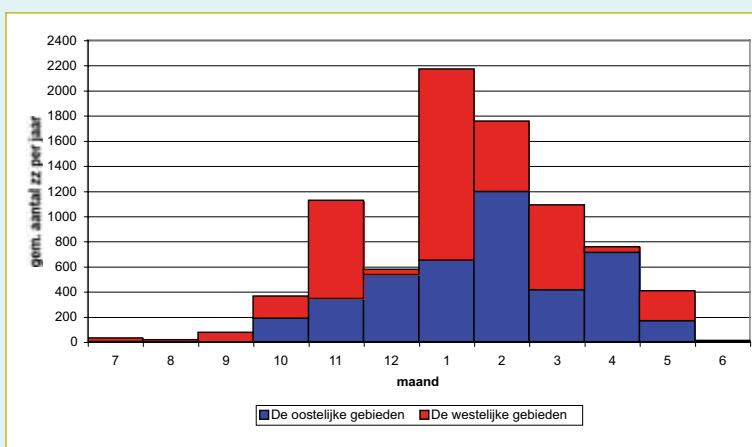
De vorige twee paragrafen lieten zien dat de aantallen Zwarte Zee-eenden al lange tijd worden bijgehouden. Rondom de Bollen van de Ooster worden de Zwarte Zee-eenden maandelijks geteld in verschillende telgebieden (kaart 7.5). Sinds 1995 is deze dataset vrij compleet voor dit gebied rond de Bollen van de Ooster gebied. In dit gebied kan daarmee de verspreiding van Zwarte Zee-eenden over het seizoen goed worden weergegeven, zoals is gedaan in figuur 7.5. De oostelijke gebieden bestaan in dit figuur uit een optelsom van de data van VD320, VD720 en VD740. De westelijke gebieden bestaan uit een optelsom van de data van deelgebieden VD710 en VD730. De gehele zomer verblijft een klein aantal Zwarte Zee-eenden in de

westelijke gebieden. Later in het seizoen, vanaf oktober nemen de aantallen in zowel de oostelijk als de westelijke gebieden sterk toe. Het aantal groeit van een kleine 400 in oktober tot ruim 2100 in januari. Daarna nemen de aantallen af tot gemiddeld 400 in mei. Opvallen in de verspreiding van de Zwarte Zee-eenden is dat de aantallen in de westelijke gebieden in december en april zeer laag is. Een duidelijke verklaring is hier niet voor. In beide maanden zijn er gemiddeld wel veel Zwarte Zee-eenden in de oostelijke gebieden geteld.

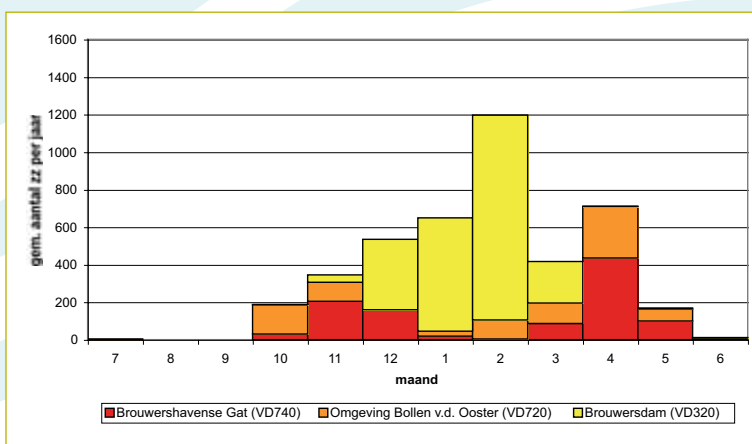
Wanneer ingezoomd wordt op het oostelijke gebied blijkt dat de Zwarte Zee-eenden in april en mei gebruik maken van de Bollen van de Ooster (VD720) en het Brouwershavense Gat (VD740) en niet van het gebied aan de Brouwersdam (VD320). Dit is weergegeven in figuur 7.6. Dit is opvallend, een reden kan zijn dat de dieren niet meer bij de Brouwersdam willen verblijven, omdat dan het drukke toeristenseizoen begonnen is.



kaart 7.5 De vogtelgebieden in de Voordelta met nummer aanduiding tussen Goeree en Schouwen VD320 Brouwersdam, VD720 omgeving Bollen vd Ooster, VD740 Brouwershavense Gat, VD710 ten westen van Bollen vd Ooster en VD730 ten westen van Brouwershavense Gat



Figuur 7.5 Gemiddeld aantal Zwarte Zee-eenden per jaar verdeeld over de oostelijke en westelijke gebieden in de periode 1995-2005



Figuur 7.6 Gemiddeld aantal Zwarte Zee-eenden per jaar in het oostelijke gebied in de periode 1995-2005



Eidereend © Birdpix / Ruud Nagtegaal

7.3 Ecologisch profiel van de Eidereend (*Somateria mollissima*)

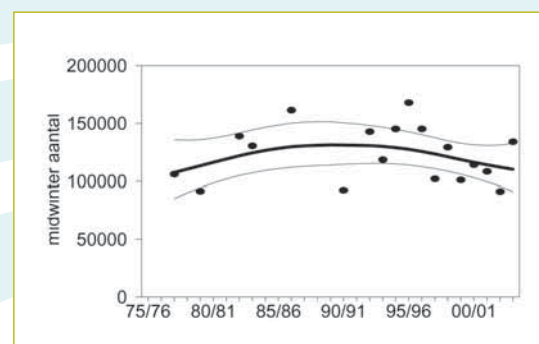
Ook de Eidereend is een indicatieve soort voor habitattypen 1110. De Eidereend broedt in de directe nabijheid van de kust op de grond. Buiten de broedtijd verblijven de vogels op zee, vaak in grote groepen in ondiepe gebieden dicht bij de kust. In Nederland is de Eidereend wintergast en doortrekker. De overwinteringsperiode duurt van juli tot en met april. Daarnaast broeden een aantal paren in Nederland (voornamelijk rond de Waddenzee), waarvan slechts enkele broedparen op Neeltje Jans (Bijlsma et al., 2001). Van de Eidereend is een ecoprofiel gemaakt (Kersten et al., 2006), waarop veel van de informatie in deze paragraaf is gebaseerd. Het effectschema voor de Eidereend, dat is opgesteld aan de hand van de informatie in deze paragraaf, wordt gepresenteerd in paragraaf 11.9

7.3.1 Auto-ecologie

Voedsel

De Eidereend is een schelpdieretende zee-eend met een voorkeur voor ondiepe wateren. Deze

eend foerageert niet alleen overdag maar ook 's nachts (Swennen, 1976). De Eidereend vindt zijn voedsel zowel onder water als op droogvallende platen. De maximale duikdiepte van de Eidereend is 10 m (Leopold et al. 2000, 2001), maar de meeste schelpdieren worden op een diepte van minder dan 3m gepakt (Snow & Perrins, 1997). Het hoofdvoedsel van de Eidereend bestaat uit Kokkels (*Cerastoderma edule*) en Mosselen (*Mytilus edulis*), aangevuld met Alikruiken (*Littorina littorea*), Strandkrabben (*Carcinus maenas*)



Figuur 7.7: Trend van overwinterende Eidereenden in Nederland in de periode 1977-2003 (grafiek uit van Roomen et al., 2005)

en Zeesterren (*Asterias spec.*) (Swennen, 1976). De laatste decennia worden ook de Halfgeknotte Strandschelp (*Spisula subtruncata*) en de Amerikaanse Zwaardschede (*Ensis directus*) genoemd als belangrijke voedselbronnen (Leopold et al., 2001). De Eidereend eet schelpdieren tot ca. 4 cm (Swennen 1976; Nehls 1991,1995). Ook eten ze grotere exemplaren langgerekte zwaardschedes (Leopold et al., 2001), die zij kraken met de snavel. De keuze van de schelpdiergrootte is afhankelijk van de energie-opbrengst (Nehls, 2001). Op de Noordzee concentreren Eidereenden zich op plaatsen waar zich overjarige *Spisula subtruncata* bevinden op een diepte van minder dan 10 meter, éénjarigen worden gemeden (Leopold et al., 2000).

Rustgedrag

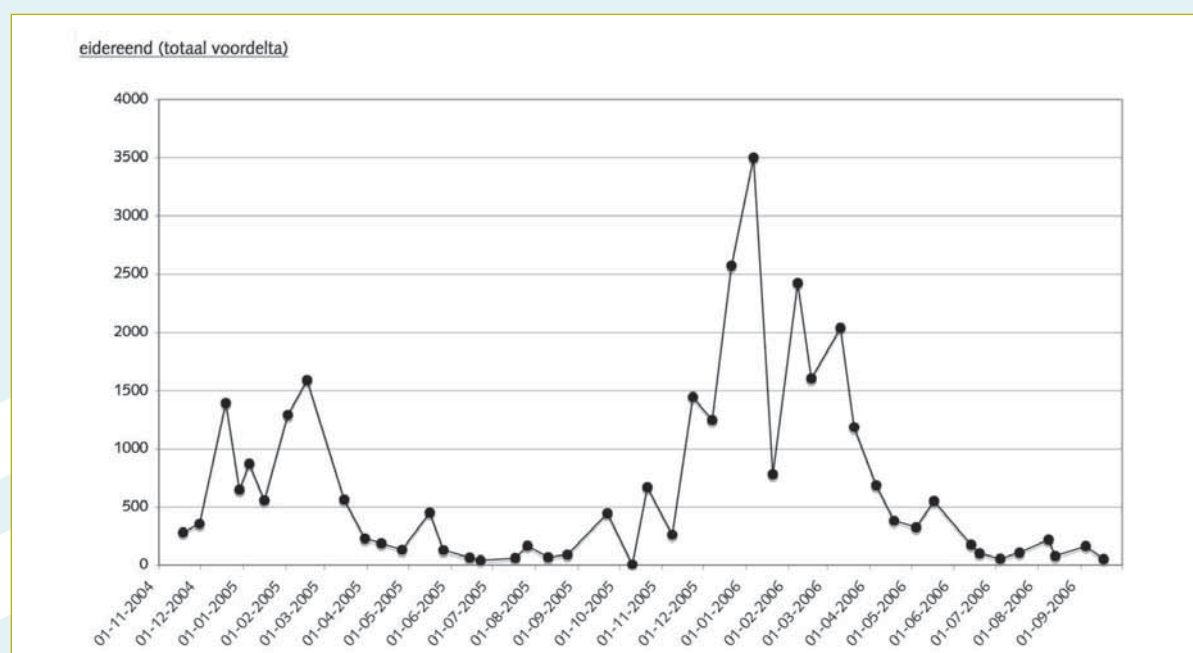
Eidereenden blijven tijdens de rust in de buurt van het voedselgebied. Als in de buurt van het foerageergebied een mogelijkheid is om aan land te komen zullen zij na het foerageren het water verlaten (Kersten et al 2006). In de Voordelta verblijven Eidereenden in de buurt van platen of vasteland. Ze verlaten het water tijdens de rustperiode, zeker tus-

sen mei en juli als de populatie overzomeraars in de Voordelta in de slagpenruï is en de dieren dus niet kunnen vliegen (Kersten et al., 2006).

Verstoring

De vluchtafstanden ten opzichte van verschillende verstoringbronnen zijn onbekend, mogelijk omdat de soort minder reageert dan andere eendensoorten. Eidereenden zijn minder schrikachtig dan Zwarte Zee-eenden maar in de ruiperiode (mei-juli) zijn ze gevoeliger dan buiten de ruiperiode. Geschat wordt dat vooral waterrecreatie een belangrijke bron van verstoring is voor de Eidereend (Kersten et al., 2006).

Een andere verstoringbron is visserij. Een klein deel van de op Nederlandse stranden aangespoelde Eidereenden is omgekomen door verstrikking in vistuig (0,1-0,2%) (Camphuysen, 1996). Dit toont aan dat Eidereenden bijvangst zijn van visserij, maar geeft geen inzicht wat de verhouding is ten opzichte van de totale populatie. Verder heeft overbevissing van schelpdieren in de Waddenzee tot massale sterfte van Eidereenden geleid begin jaren negentig (Camphuysen, 1996; Camphuysen et al., 2002).



Figuur 7.8: Aantalsverloop van de Eidereend in de Voordelta in de periode nov 2004 t/m sep 2006



7.3.2 Populatiegrootte

De Europese populatie

In Denemarken wordt tussen 1990 en 2000 een afname van de populatie waargenomen (Desholm et al. 2002). De populatie van de Baltische Zee en de Waddenzee wordt geschat op 760.000 exemplaren, deze populatie neemt af (Wetlands International, 2006). Tussen 1990 en 2000 is de Europese broedpopulatie (van 490.000 tot 610.000 paren) licht toegenomen (Birdlife International, 2004). De huidige winterpopulatie in heel noordwest-Europa wordt geschat op 1.1- 1.3 miljoen exemplaren (Wetlands International, 2006).

De Nederlandse populatie

In de wintermaanden vormt de Voordelta na de Waddenzee een belangrijk rust- en foerageergebied voor Eidereenden in Nederland. De Nederlandse broedplaatsen op de Waddeneilanden en enkele in de Delta liggen aan de zuidgrens van het verspreidingsgebied (Hoekstein et al., 2003; Bijlsma et al., 2001). De huidige Nederlandse broedpopulatie bestaat uit ca. 8.000-10.000 paren (Bijlsma et al., 2001, Birdlife International, 2004). Er zijn aanwijzingen dat de Nederlandse broedpopulatie na 1990 met 40% is afgenomen door voedselschaarste (Camphuysen, 2000; Camphuysen 2001; Dijkens & Koks 2002, Ens & Kat, s 2004). De totale in Nederland overwinterende populatie is na 1990 ook afgenomen (figuur 7.7). Sinds 2003 lijkt het aantal overwinterende Eidereenden in Nederland te stabiliseren (van Roomen et al., 2004; van Roomen et al., 2005) In Nederland is de Eidereend van juli tot april een wintergast en doortrekker in grote aantallen (90.000-130.000 vogels) (Birdlife International, 2004; van Roomen, 2005). De winterpopulatie bestaat naast broedvogels uit de Voordelta voornamelijk uit overwintelaars uit het Oostzeegebied (Bijlsma et al., 2001). De eerste Oostzee Eidereenden arriveren vanaf juli met duizenden op de Nederlandse ruipaatsen. In oktober volgen de vogels die in de Oostzee zelf geruid hebben (Bijlsma et al., 2001). Gewoonlijk valt het seizoensmaximum in de maanden december – april.

In maart vertrekken de noordelijk broedende vogels weer naar hun broedgebied (Swennen, 1976)

Huidige populatie in de Voordelta

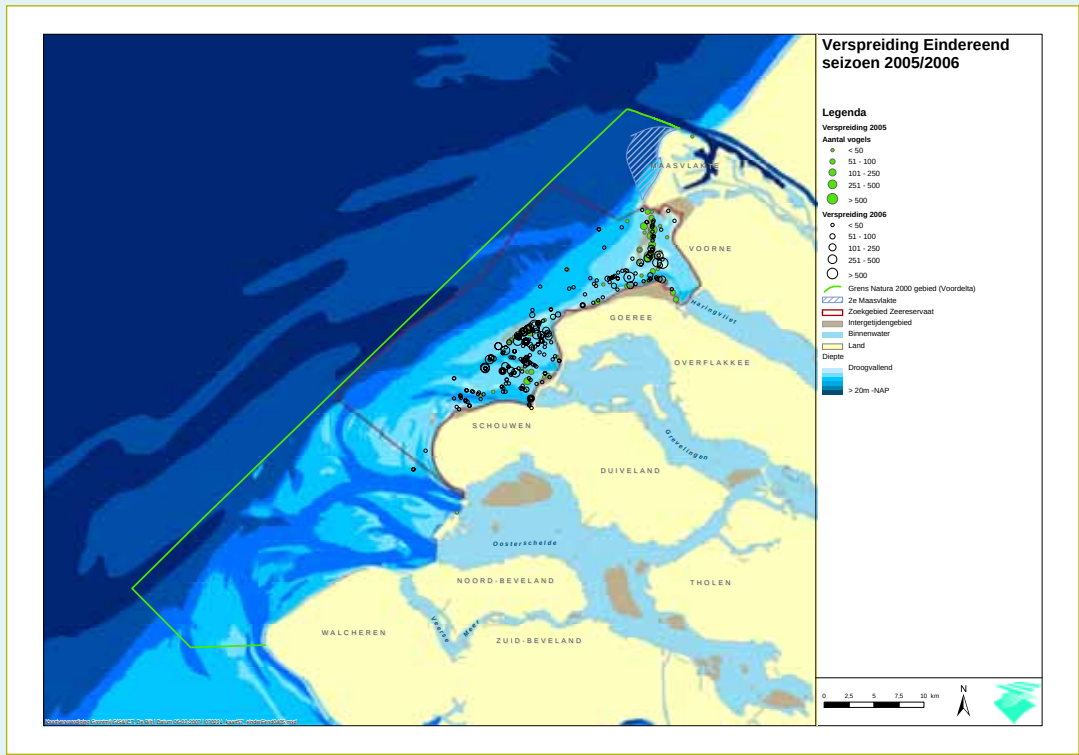
Tijdens de wintermaanden worden de meeste Eidereenden in de Voordelta aangetroffen. Bij de nulmeting (2004/2005) varieerde het aantal Eidereenden in de Voordelta in de winter van 2004 tussen de 400 en ruim 1800 vogels. Het seizoensmaximum ligt in de maanden januari en februari. Het merendeel van de Eidereenden verliet in 2005 het onderzoeksgebied al in maart (Poot et al. 2006), wat vroeger is dan andere winters (Hoekstein et al 2003). In 2005 zijn de aantallen opvallend hoger. Figuur 7.8 laat het aantalsverloop van Eidereenden tijdens de nulmeting zien.

Van de nulmetingen voor 2005/2006 een verspreidingskaart gemaakt van de Eidereend, kaart 7.6. De kaart van het teljaar ervoor is te vinden in de kaartenatlas. Uit de kaarten blijkt dat de Eidereend een erg vast verspreidingspatroon heeft. Tijdens laagwater wordt de Eidereend hoofdzakelijk waargenomen rond de zandplaten voor de kust van Voorne en Goeree (de Hinderplaat en Bollen van de Ooster). Dit beeld komt overeen met verspreidingsgegevens uit 2002/2003 (Hoekstein et al., 2003).

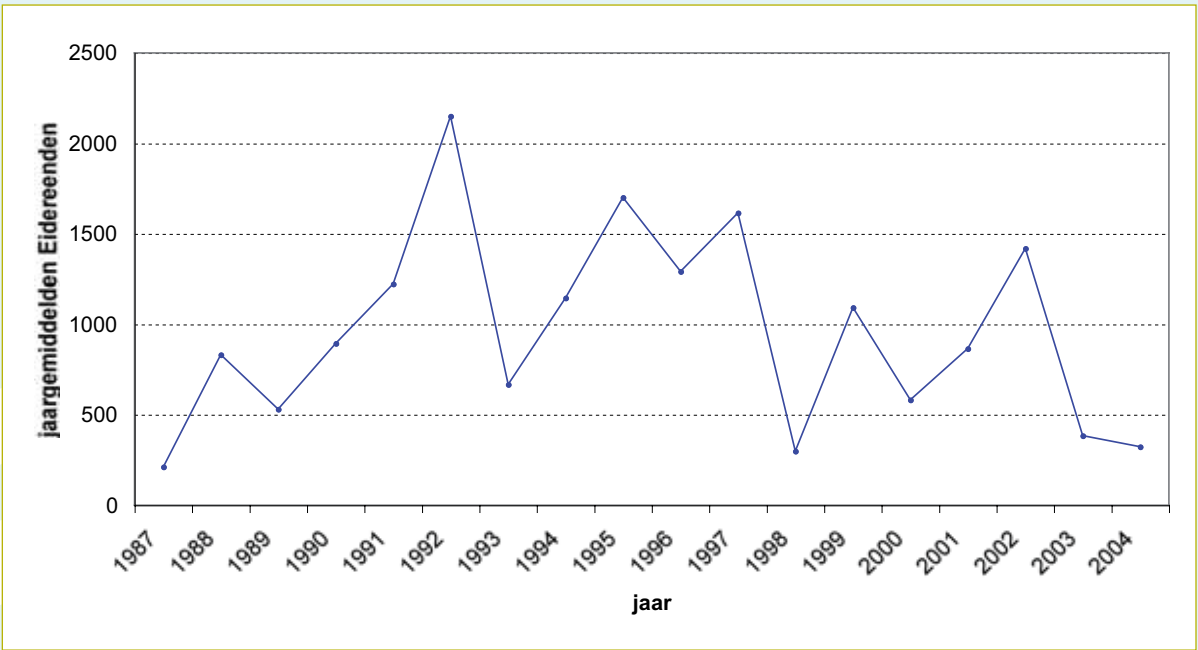
Historische gegevens van de populatie in de Voordelta

De aantallen overwinterende Eidereenden in de Voordelta bedroeg in de jaren tachtig enige honderden (700-1200), in de jaren '90 liepen de aantallen op tot enige duizenden (Baptist & Meiningen, 1996). Sinds 2003 overwintert 90% van de Eideendpopulatie weer in de Waddenzee (van Roomen et al., 2004). In de periode 1993-2003 liggen de maximum aantallen in de Voordelta steeds rond de 3000 exemplaren, op het seizoen 1998/99 na met 680 exemplaren (Hoekstein et al., 2003). Jaargemiddeld worden ongeveer 1000 exemplaren aangetroffen, zoals figuur 7.9 laat zien voor de periode tussen 1987 en 2004.





Kaart 7.6: Cumulatieve verspreiding van de Eidereend in de Voordelta in het tweede teljaar



Figuur 7.9: Jaargemiddelde aantalsverloop Eidereend in de Voordelta door de jaren.



7.4 Ecologisch profiel van de Grote Stern (*Sterna sandvicensis*)

De Grote Stern is een indicatieve soort voor habitattype 1110. Het effectschema voor de Grote Stern, dat is opgesteld aan de hand van de informatie in deze paragraaf, wordt gepresenteerd in paragraaf 11.10.

7.4.1 Auto-ecologie

Voedsel

De Grote Stern is een vrij gespecialiseerde viseter, die zijn voedsel hoofdzakelijk met een stootduik in de bovenste 1,5 meter (Dunn, 1972) tot 2 meter (Borodulina, 1960) van het zeewateroppervlak vangt. Het voedsel bestaat voornamelijk uit kleine (5-15cm) mariene vissen met een hoge voedingswaarde (Stienen et al., 2000), die in grote scholen in vrij ondiep water voorkomen. In Nederland voedt de Grote Stern zich bijna uitsluitend met Haring (*Clupea harengus*), Sprot (*Sprattus sprattus*), Smelt (*Hyperoplus lanceolatus*) en Zandspiering (*Ammodytus tobianus*) (Veen, 1977; Brenninkmeijer & Stienen, 1992; Stienen et al., 2000). In andere landen worden garnalen en Koornaarvis (*Atherina presbyter*), Sardien en Ansjovis ook als stapelvoedsel genoemd (Campredon, 1978). De voedselvuchten van Grote Sterns reiken tot ruim 30 km van de broedkolonie (Veen, 1977; Baptist & Meininger, 1984). De mate waarin geschikt voedsel beschikbaar is tijdens de broedperiode is van grote invloed op de productie van jongen en dus ook op de ontwikkeling van de populatie (Brenninkmeijer & Stienen, 1994). De audit commissie (zie bijlage 16.7) geeft aan dat voedsel en de vliegafstand naar het voedsel zeer belangrijk is voor de Grote Stern.

Rustgedrag

Voor het rusten zijn Grote Sterns vooral aangewezen op strand- en wadvlakten, droogvallende platen en andere lage, vlakke, zandige gebieden (Brenninkmeijer & Stienen, 1992), maar ze kunnen buiten op zee ook op het water of op boeien rusten (Poot et al., 2005). De Grote Sterns zoeken de rust-



Grote Stern © Birdpix / Peter van Rij

gebieden langs de kust op als ze niet foerageren, zoals met ruw en stormachtig weer. Ook dienen rustgebieden langs de kust en droogvallende platen als voorverzamelplaats voor het gelijktijdige bezetting van het broedgebied, kindercrèche voor juveniele en verzamelplaats voor de trek (Brenninkmeijer & Stienen, 1992). Vanaf april tot juli verzamelen groepen Grote Sterns zich om gelijktijdig een subkolonie te bezetten. Vanaf half juli tot half september worden de rustgebieden gebruikt als kindercrèche voor juveniele. Vanaf half september zijn de meeste Grote Sterns naar Afrika vertrokken.

Verstoring

De vluchtafstand van rustende groepen tot de mens is ongeveer 50-70m, de vluchtafstand tot een hond kan oplopen tot enkele honderden meters (Brenninkmeijer & Stienen, 1992). Vliegtuigen en helikopters die hoger dan 150m vliegen geven volgens Dunnet (1977) geen verstoring aan broedende vogels. Te verwachten is, dat verstoring door scheepvaart gering is. Van Grote Sterns is bijvoorbeeld bekend dat ze kunnen foerageren op visafval van vissersschepen (Campredon, 1978; Glutz von Blotzheim & Bauer, 1982; Cramp, 1985). Het is onduidelijk wat de invloed van visserij op sterns is. Dit komt doordat er weinig bekend is over onderlinge relaties tussen de verschillende vissoorten en de invloed van het wegvangen van een vissoort op het ecosysteem (Brenninkmeijer & Stienen,





1992). Het feit dat de Grote Stern een zeer gespecialiseerde viseter is, maakt deze soort extreem gevoelig voor veranderingen in de beschikbaarheid van een van de vissoorten (Brenninkmeijer & Stienen, 1994). Verstoringen in voedselaanbod moeten niet alleen gezocht worden in een lage voedseldichtheid, maar ook in een lage voedselbeschikbaarheid. Een oorzaak van een verminderde voedselbeschikbaarheid is een afname van het doorzicht van het water. Voor de voedselvoorziening van de Grote Stern is het doorzicht een belangrijke factor, omdat de Grote Stern meer vis vangt wanneer het doorzicht toeneemt (Brenninkmeijer & Stienen, 1994).

Broeden

De Grote Stern legt normaal één of twee eieren, die gemiddeld 25 dagen bebroed worden. Van april tot juli liggen er eieren in de kolonie (Brenninkmeijer en Stienen, 1992). De Grote Stern nestelt voornamelijk op de grond op vlakke eilandjes met een zandige, rotsachtige of met veen bedekte bodem, die op korte afstand van grote, vrijwel altijd zoute en visrijke foerageergebieden liggen. De broedgebieden bevinden zich langs kusten, in waddengebieden en in estuaria. Het broedgebied is over het algemeen kaal of weinig begroeid (bedekkingsgraad vegetatie 10-30%, hoogte 10-25cm). Grote Sterns zijn niet agressief, ze hebben een voorkeur om te broeden tussen of nabij de meer agressieve meeuwen, in West-Europa zijn dat Kokmeeuwen. Het broeden in de buurt van Kokmeeuwen heeft als voordeel dat de eieren en kuikens door de aanwezigheid van de meeuwen beschermd worden. Het nadeel is, dat de meeuwen soms eieren en kuikens van de sterns eten en vis, bedoeld voor kuikens, stelen. Een paar dagen na het uitkomen van de eieren valt de structuur van de kolonie uiteen. De ouders gaan dan aan de wandel met hun kuikens, op zoek naar nieuwe schuilplaatsen, in eerste instantie binnen de kolonie later ook daar buiten (Veen 1977; Stienen, 2006). Vaak bevindt zich een vegetatierand in de directe nabijheid, waarin kuikens zich kunnen verschuilen. Als de vegetatie te dicht of te hoog wordt, wordt de broedplaats opgeheven, omdat in dergelijke vegetatie de Grote Stern niet goed kan landen en opstijgen (Brenninkmeijer & Stienen, 1992). Na het

uitvliegen, volgen de jonge Grote Sterns de volwassen vogels naar de voedselgebieden om te leren foerageren. Droogvallende platen kunnen (half juli tot half september) functioneren als 'kindercrèche' voor juveniele vogels, wanneer de volwassen dieren foerageren (Brenninkmeijer en Stienen, 1992). Deze gedeeltelijke afhankelijkheid van de ouders duurt minimaal 4 maanden (Campredon, 1978; Møller, 1981; Glutz von Blotzheim & Bauer, 1982). Soms worden de jongen zelfs tot in Afrika gevoerd.

7.4.2 Populatiegrootte

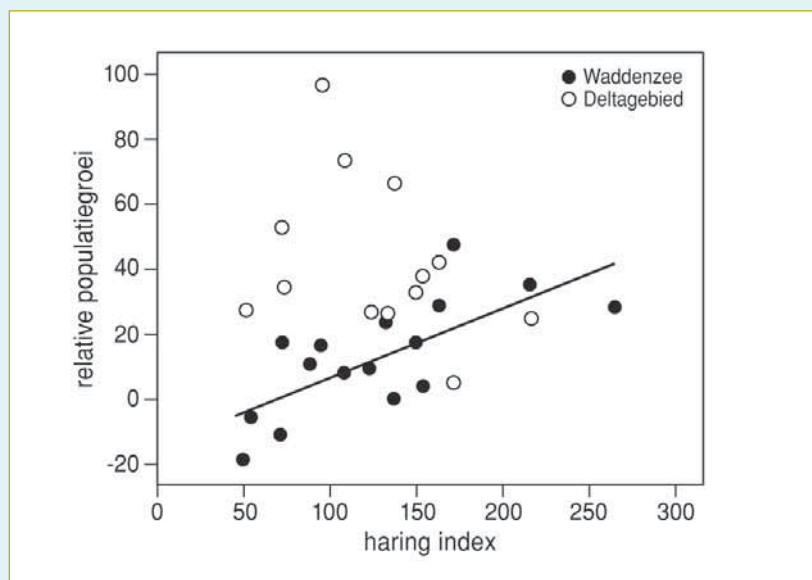
De Europese en Nederlandse populatie

De Grote Stern broedt in bijna alle landen rond de Noordzee en wordt als indicatieve soort van de Noordzee beschouwd (Brenninkmeijer & Stienen, 1992). De Grote Stern wordt van maart tot oktober in Nederland waargenomen. Het meest talrijk zijn ze in augustus en september, dan zijn er ook veel doortrekkers naast de Nederlandse broedvogels met hun jongen (SOVON, 1987). De rest van het jaar zijn de vogels in West-Afrika om te overwinteren.

Vanaf het begin 20e eeuw zijn sterns en zijn broedgebieden in Nederland beschermd. Voor die tijd werd er jacht op de Grote Stern gemaakt en werden hun eieren geraapt. In 1938 was de populatie hersteld tot 46.000 paren en na WOII tot 36.000 paren (1956). Dat was toen 70% van de Europese populatie. Door vergiftiging met chloorkoolwaterstoffen (Koeman, 1971) in de jaren '60 zijn de aantallen drastisch teruggelopen tot een dieptepunt van 875 Nederlandse broedparen (1965). Verantwoordelijk voor de landbouwgiflozingen was een fabriek langs de Nieuwe Waterweg. Na het sluiten van de fabriek in 1965 herstelde de populatie, maar niet tot het niveau van voor de vervuiling (Bijlsma et al., 2001). Als oorzaken van het uitblijven van verder herstel worden het verminderde doorzicht en de verminderde prooidierdichtheid genoemd (Stienen & Brenninkmeijer, 1994).

Figuur 7.10 laat zien, dat er een positief verband bestaat tussen de populatiegrootte van Grote Sterns in de Waddenzee en de hoeveelheid Haringen en





Figuur 7.10: Relatie tussen het aantal Haringen en Sprot (uit de zuidelijke Noordzee uitgedrukt in haring index) en de relatieve groei van de Grote Stern populatie in de Waddenzee (1989-2003) en het Deltagebied (1992-2003) (uit Stienen, 2006)

Sprot in de Noordzee (Brenninkmeijer & Stienen 1994, Stienen, 2006). De relatie suggereert dat de grootte van de Waddenzee populatie beperkt wordt door voedselbeschikbaarheid. Deze relatie kon niet worden aangetoond voor de populatie in de Delta (Stienen, 2006).

Tabel 7.2 geeft een overzicht van de aantallen broedparen

Huidige en historische gegevens van de populatie in het Deltagebied

Tijdens de nulmetingen werd de Grote Stern vanaf april 2004 waargenomen in de Voordelta. De resultaten van de metingen worden uitgedrukt in aantal Grote Sterns per vierkante kilometer (n/km^2). De gegevens zijn omgerekend naar aantallen in de

gehele Voordelta (Poot et al., 2006). In figuur 7.11 staat ook aangegeven of de vogels langs de kust of op zee zijn waargenomen. Het aantalsverloop is vastgesteld vanuit het vliegtuig met onderscheid naar 'onderzoeksgebied'. Categorie 'zee' zijn geëxtrapoleerde aantallen op basis van streekproeven.

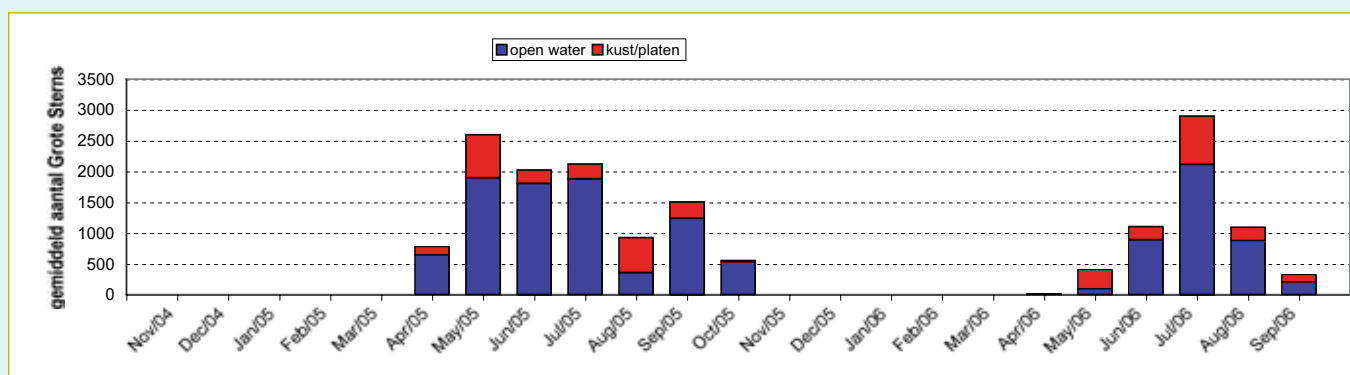
De Grote Stern is tijdens de nulmetingen verspreid over de hele Voordelta waargenomen. Tijdens laagwater zijn regelmatig grote groepen rustende Sterns gezien op de zandplaten. Buiten op zee zijn veel vogels foeragerend waargenomen, maar soms ook grotere groepen (groter dan 10) rustende vogels op het water of op een boei. De Grote Sterns foerageren verspreid over het gebied langs de kust, met de grootste dichtheden voor de monding van het

Tabel 7.2: Overzicht van het huidige aantallen broedparen van de Grote Stern.

Gebied	Aantal broedparen	Pop % ¹	Ned% ²	Bron
Europa	<130.000			Birdlife, 2004
nw-Europa	69.000 - 79.000			Mitchell et al., 2004
Nederland	16.350	22%		Sovon, 2006
zoute delta	4.690	6,5%	28,7%	Strucker et al., 2005

1. percentage van de noordwest Europese populatie

2. percentage van de Nederlandse populatie

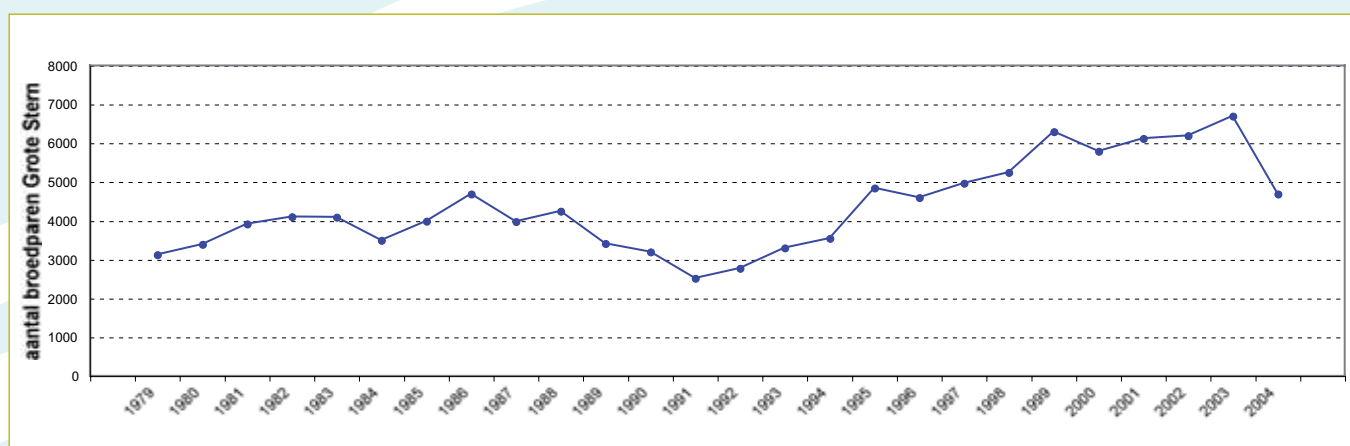


Figuur 7.11: Gemiddeld aantal Grote Sterns (afgerond) op open water en in de kustzone van de Voordelta gedurende de nulmetingen (bron: geëxtrapoleerde transecttellingen + integrale kust/platen vliegtuigtellingen) (uit Poot et al., 2006)

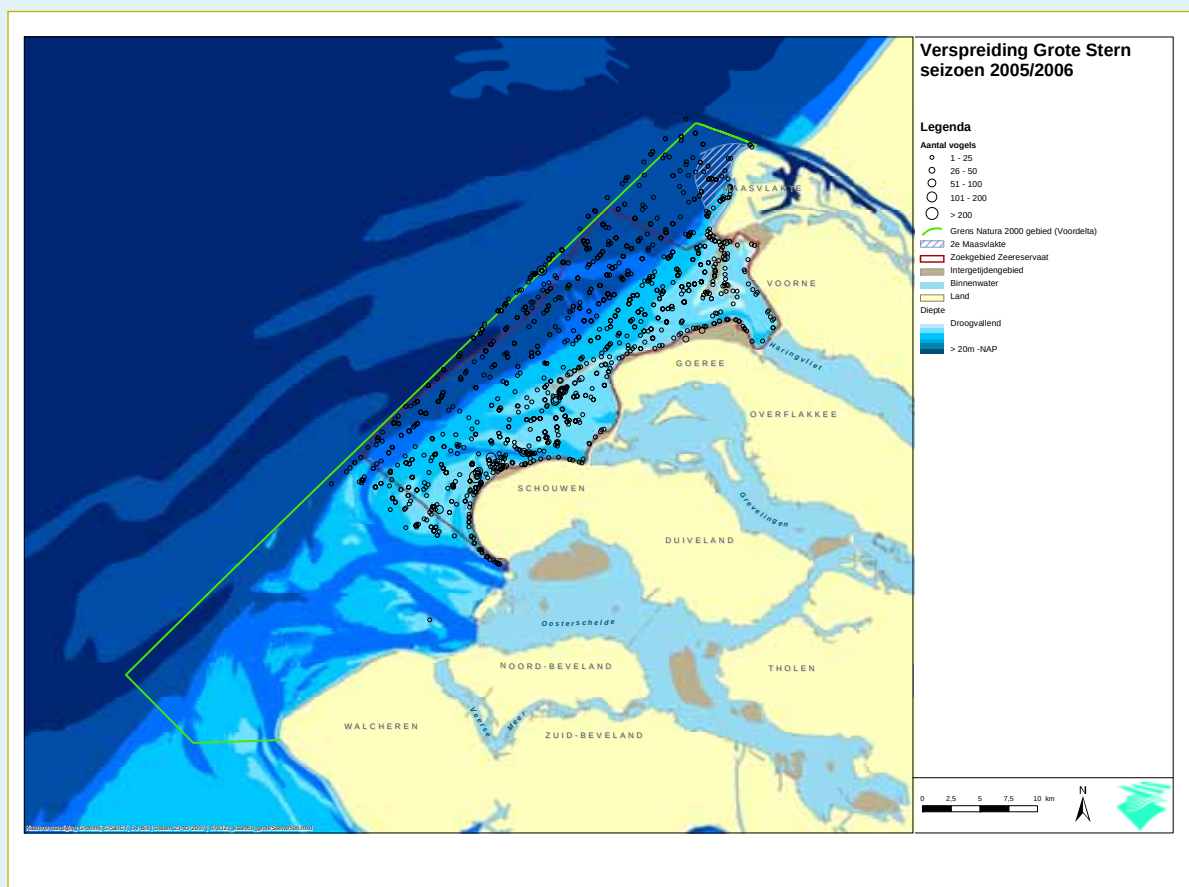
Haringvliet en voor de kust van Voorne. Kaart 7.7 laat zien waar de Grote Stern tijdens de nulmeting is gezien in het teljaar 2005/2006 (2004/2005 is te vinden in de kaartenatlas). Met de data van de nulmeting is berekend waar de hoogste dichtheden Grote Sterns voorkwamen tijdens de nulmeting.

In de broedtijd (juni-juli) is de verspreiding van Grote Sterns in Nederland vrijwel beperkt tot de Voordelta en de westelijke Waddenkust. Dit zijn sterna die foerageervluchten ondernemen vanuit grote kolonies in Zeebrugge (België), het Deltagebied (Haringvliet en inlagen) en het Waddengebied (Griend) (Brenninkmeijer & Stienen, 1992). In Nederland wordt al jaren het aantal broedpa-

ren van de Grote Sterns bijgehouden. Het aantal Grote Sterns in het Deltagebied was, na een sterke toename in de tweede helft van de jaren negentig, vanaf 1999 redelijk stabiel (ongeveer 6000 paar). In 2004 volgde echter een flinke terugval en werden slechts 4690 paren vastgesteld. Waarschijnlijk is het merendeel van de vogels verplaatst naar de kolonie bij Zeebrugge (België), waar in 2004 ruim 4060 paren tot broeden kwamen. Figuur 7.12 geeft een overzicht van het aantal broedparen in de Delta in de periode 1979 tot en met 2004 (Strucker et al., 2005).



Figuur 7.12: Aantal broedparen van de Grote Stern in het Deltagebied 1979-2004



Kaart 7.7: Cumulatieve verspreiding van de Grote Stern in het teljaar 2005/2006 (uit Poot et al., 2006)

In de periode 1980-1984 kwamen Grote Sterns in de Delta alleen tot broeden in de beschermde, ontoegankelijke gebieden Hompelvoet en Markenje in het Grevelingenmeer. Ook in 2000-2005 bevond het merendeel van de Grote Sterns (73%) zich in dergelijke gebieden, maar ongeveer een kwart van de populatie zat in deze periode in beschermde, deels toegankelijke gebieden. Tot deze laatste categorie behoort de 'nieuwe' kolonie op de Stampersplaten (Grevelingen), die ontstond als gevolg van een verplaatsing van de kolonie van de Hompelvoet (Strucker et al., 2005).

In het Deltagebied is de Grote Stern met 11% van de noordwesteuropese broedpopulatie een internationaal belangrijke populatie. Van de Nederlandse populatie herbergt het Deltagebied 27% van de Grote Sterns. Populatieveranderingen in het Delta-

gebied kunnen daarmee gevolgen hebben voor de totale populatie op nationale of zelfs op internationale schaal (Strucker et al., 2005).



Visdief © Birdpix / Gerard Schouten

7.5 Ecologisch profiel van de Visdief (*Sterna hirundo*)

De tweede sternachtige die indicatieve soort is voor habitattypen 1110 is de Visdief. Het effectschema voor de Visdief, dat is opgesteld aan de hand van de informatie in deze paragraaf, is te lezen in paragraaf 11.11.

7.5.1 Auto-ecologie

Voedsel

De Visdief leeft voornamelijk van aan de oppervlakte levende vissen en daarnaast van kreeftachtigen. Op binnenwater eet de Visdief ook insecten (Lemmetyinen, 1973; Glutz von Blotzheim & Bauer, 1982; Cramp, 1985). De foerageerwijze van de Visdief past zich aan de omstandigheden aan. Als vissen verspreid aanwezig zijn, hebben ze de neiging om ook verspreid te foerageren. Wanneer scholen vis aanwezig zijn kunnen ze in dichte zwermen (tot 200

vogels) bij elkaar komen, vaak met andere Sterns en Meeuwen (Boecker, 1967; Cramp, 1985; Safina & Burger, 1988). Bij visschaarste schakelt de Visdief over op het vangen van garnalen op geringe diepte (Dunn, 1972). In Europese zoute wateren wordt Haring (*Clupea harengus*), Sprot (*Sprattus sprattus*), Zandspiering (*Ammodytes spec.*), Kabeljauw (*Gadus morhua*), Kever (*Trisopterus esmarkii*), Meun (*Onos cimbrius*), Makreel (*Scomber scombrus*) en Zeestekelbaars (*Spinachia spinachia*) gevangen. Als deze niet voldoende beschikbaar zijn, wordt overgeschakeld op kleine platvissen, Zeenaald, grondel, Zee-donderpad, kreeftachtigen en wormen. Tevens eet de Visdief, slakken, inktvissen, Mossel en stekelhuidigen (Glutz von Blotzheim & Bauer, 1982; Cramp, 1985). De Visdief foerageert maximaal tot 10 km van de broedkolonie, maar bij voorkeur minder dan 3 km (Stienen & Brenninkmeijer, 1992). Kuikens tot 5 dagen worden voornamelijk met kleine vissen tot 7 cm gevoerd. Roofvissen hebben een positief effect op de beschikbaarheid van prooidieren voor de sterns. Roofvissen jagen proovissen naar





het oppervlak, waardoor deze makkelijker beschikbaar worden voor sterns (Safina & Burger, 1988). Ook voor de Visdief is de helderheid van het water van groot belang. Het foerageren op vis gebeurt op zicht en het vangsucces is dus sterk afhankelijk van de helderheid van het water. Het is niet bekend binnen welke bandbreedte van troebelheid de Visdief kan foerageren (Stienen & Brenninkmeijer, 1992). Vergeleken met de Grote Stern lijken Visdieven een grotere voorkeur te hebben voor iets minder helder water, omdat in minder helder water meer vis aan de oppervlakte leeft (Safina & Burger, 1988).

Een te grote vertroebeling van kustwateren met veel voedingsstoffen kan echter de voedselbeschikbaarheid sterk doen afnemen. Met name onder slechte weersomstandigheden (wind, regen en kou) kan dat voor sterns tot voedseltekort en verhoogde kuikensterfte leiden (Becker & Specht, 1991).

Er is weinig bekend over de gevolgen van de veranderingen in de visstand voor de Visdief (Stienen & Brenninkmeijer, 1992). Wel wordt algemeen aangenomen dat het zeer trage herstel van de aantallen broedparen sterns na de ineenstorting van de populaties in de jaren zestig is veroorzaakt door een beperkte voedselbeschikbaarheid. Het is aannemelijk dat voedselbeschikbaarheid zowel invloed heeft op het aantal broedparen van sterns als op het broedsucces (Meininger et al., 2000).

In de zuidelijke Noordzee komen tenminste 28 zeevogelsoorten voor die een deel van hun voedsel achter vissersschepen bemachtigen. Naar schattingen kunnen ongeveer 2 miljoen zeevogels in de Noordzee worden gevoerd met afval van vissersschepen (Furness et al., 1988, Camphuysen et al., 1993). Ook sterns bemachtigen op deze manier voedsel. Van de sterns is de Visdief de soort die het vaakst doet. In verhouding tot andere zeevogels voeden sterns zich beperkt met scheepsafval. Camphuysen (1994) vond dat in de zomer (apr-aug) de Visdief in 4% van de gevallen aanwezig was in een groep vogels achter een boomkorvisser en de overige sternsoorten minder dan 1%.

Verstoring

De vluchtafstand van broedende vogels tot de mens is zeer variabel en wordt gemiddeld geschat

op ongeveer 140 m (Erwin, 1989). Honden kunnen grote paniek in een broedkolonie veroorzaken (Courtney & Blokpoel, 1983). Wanneer sterns door verstoring herhaaldelijk weinig jongen grootbrengen, zoeken de volwassen vogels een nieuwe, meer rustige broedplaats op (Gochfeld, 1978). Van verstoringen door scheepvaart zijn geen gegevens bekend. Te verwachten is, dat de verstoring door scheepvaart gering is, omdat van de Visdief (net als de Grote Sterns) bekend is, dat ze bijvoorbeeld kunnen foerageren op visafval van vissersschepen. Visdieven foerageren ook regelmatig achter zeeschepen en veerboten.

Broeden

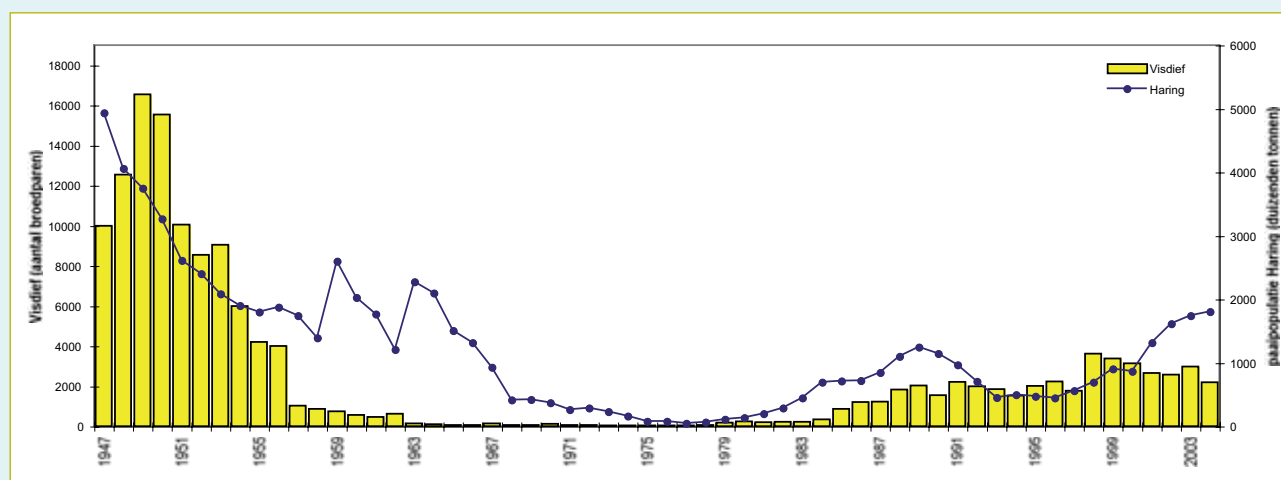
De Visdief nestelt zich bij voorkeur op de grond, tussen gras en lage kruiden en op zand- en kiezelbodem of schelpenbanken. Ook nestelt de Visdief zich in zandduinen, kustmoerassen, alsmede op dicht nabij de kust gelegen eilandjes in zee (Voous, 1960; Teixeira, 1979). De meeste Visdieven broeden tegenwoordig in het Deltagebied en het Waddengebied (Stienen & Brenninkmeijer, 1992). De vegetatie voorziet de Visdiefkuikens van een schuilplaats tegen zon, wind, regen en predatoren. De aanwezigheid van vegetatie kan echter ook negatief werken, omdat het ook voor predatoren een goede schuilplaats vormt (Lemmetynen, 1971). De nesten bevinden zich vooral op plaatsen waar de plantengroei nog in een vroeg ontwikkelingsstadium verkeert, met een bedekkingspercentage van de bodem van minder dan 50%, vanwege geschikte landings-, opvlieg- en loopplaatsen (Stienen & Brenninkmeijer, 1992).

7.5.2 Populatiegrootte

De Nederlandse en Europese populatie

De Visdief wordt van begin april tot en met oktober in Nederland waargenomen. De Visdief wordt beschouwd als indicatorsoort voor kustwateren en estuariene gebieden, vooral voor het Deltagebied en de Waddenzee (Stienen & Brenninkmeijer, 1992). Vanaf het begin 20e eeuw zijn sterns en zijn broedgebieden in Nederland beschermd. Voor die tijd werd er jacht op de Visdief gemaakt en wer-





Figuur 7.13: De relatie tussen het verloop van het aantal Visdieven in de periode 1947-2004 in het noordelijke Deltagebied en de haringstand in de Noordzee (data tot 2000 uit Meininger et al., 2000, overige data uit Strucker et al., 2005 & ICES, 2006)

den hun eieren geraapt. In 1937 was de populatie hersteld tot 46.000 paren en na WOII tot 30.000 paren (1948) (Braaksma, 1958). Door vergiftiging met chloorkoolwaterstoffen (Koeman, 1971) in de jaren zestig zijn de aantallen drastisch teruggelopen tot een dieptepunt van 5000 Nederlandse broedparen (1965). Het getelde aantal Visdieven in 2004 is 17.289 paren. De populatie is dus nog niet op hetzelfde niveau als vóór de vervuiling. Verwacht wordt dat, net als bij de Grote Stern, de voedselbeschikbaarheid hierbij een grote rol speelt (Meininger et al., 2000). Figuur 7.13 geeft het verloop van de Visdiefpopulatie en de Haringstand weer.

De populaties zijn als volgt over Nederland verdeeld: Delta 34%, Waddengebied 26%, en 40% verspreid over veelal kleine kolonies in de rest van Nederland. Meer richting binnenland zijn de kolonies veelal kleiner en wisselen de aantallen sterk van jaar tot jaar. Nieuw ontstane, open

natuurgebieden met pioniersvegetaties in waterrijke omgeving hebben een redelijke kans om bevolkt te worden door Visdieven. In veel gevallen is dit echter maar van tijdelijke aard, omdat de vegetatie snel doorschiet en de broedplaatsen vervuigen. Soms is de soort goed in staat om zich aan te passen aan de steeds veranderende omstandigheden. Zo zijn er meerdere voorbeelden van Visdiefkolonies die naar platte daken zijn verhuisd.

Tabel 7.3 toont het aantal broedparen in Europa, Nederland en de zoute Delta.

Seizoensverloop Visdief

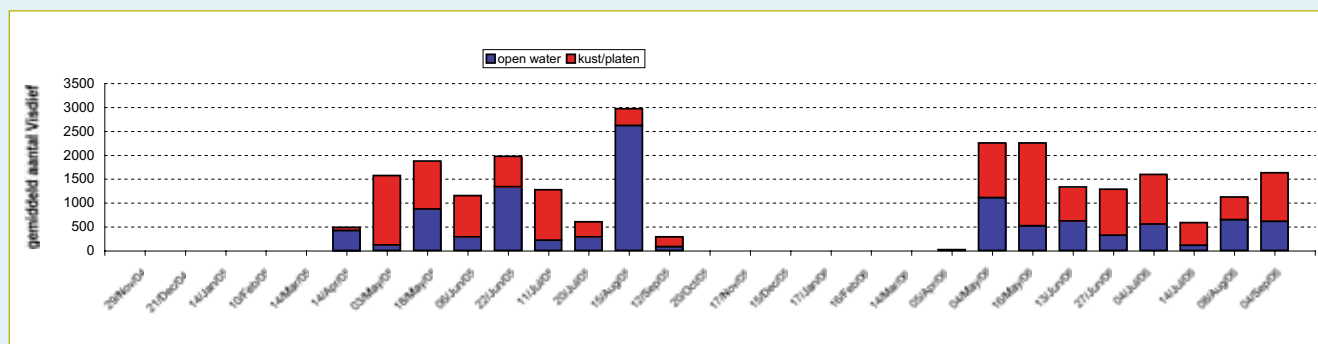
Visdieven worden in Nederland vooral gezien van begin april tot en met oktober. De doortrek naar het broedgebied vindt langs de kust plaats, met een hoogtepunt rond eind april - begin mei. Het broedseizoen duurt ongeveer van juli tot en met midden augustus (Stienen & Brenninkmeijer, 1992). Meteen

Tabel 7.3: Overzicht van het huidige aantal Visdiefbroedparen

Gebied	Aantal broedparen	Pop % ¹	Ned% ²	Bron
nw-Europa	> 270.000			Birdlife, 2004
Nederland	19.000	7%		van Dijk, 2006
zoute Delta	6.190	2.3%	32.5%	Strucker et al., 2005

1. percentage van de noordwest Europese populatie

2. percentage van de Nederlandse populatie



Figuur 7.14: Aantalsverloop van Visdieven en Noordse Sterns vastgesteld vanuit het vliegtuig met onderscheid naar 'onderzoeksgebied'. De categorie 'zee' betreft de geëxtrapoleerde aantallen op basis van de transecttellingen. Van de twee soorten is de Visdief het meest algemeen (overgenomen uit Poot et al., 2006).

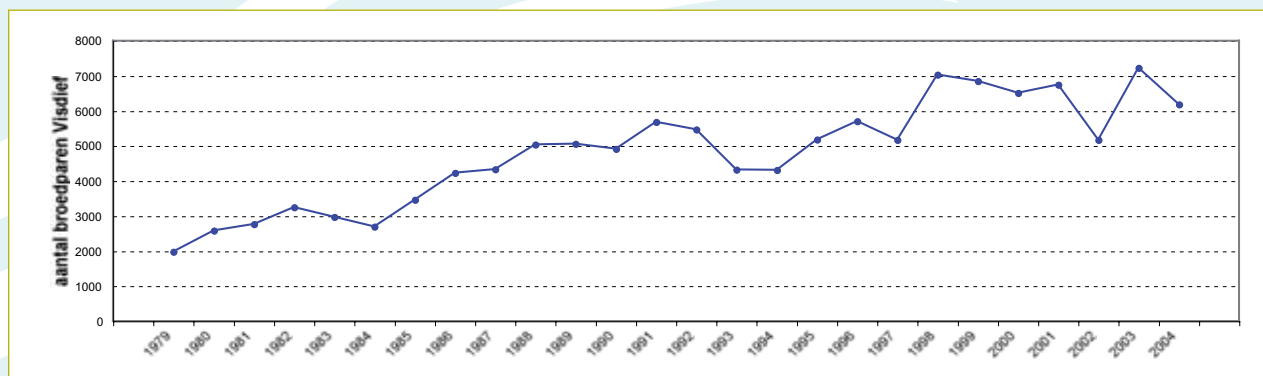
na het broedseizoen verlaten de jonge Visdieven in familieverband de broedgebieden. In eerste instantie verzamelen de vogels zich in voedselrijke gebieden. In de tweede helft van augustus nemen de aantallen in de Nederlandse Waddenzee enorm toe en bereiken een hoogtepunt in september. In september en oktober verlaten de meeste Visdieven de Nederlandse kust. De meeste Nederlandse vogels bereiken in oktober en november hun winterkwartier in Afrika (Glutz von Blotzheim & Bauer 1982). Visdieven zijn nog wel waargenomen in maart en november, maar niet in de winter.

Huidige en historische gegeven van de populatie in het Deltagebied

Tijdens de nulmetingen was de Visdief vanaf half april in de Voordelta aanwezig en foerageerde in grote aantallen rond de zandplaten en voor de Haringvlietsluizen (vooral tijdens het spuien van

water). De resultaten van de metingen worden uitgedrukt in het aantal Visdieven per vierkante kilometer (n/km^2). Deze gegevens zijn omgerekend naar aantallen Visdieven in de gehele Voordelta (Poot et al, 2006). Het aantalverloop is vastgesteld vanuit het vliegtuig met onderscheid naar 'onderzoeksgebied'. Categorie 'buiten transect (steekproef)' betreft meeuwen die geconcentreerd bij vissersschepen zijn gezien. Categorie 'zee' betreft geëxtrapoleerde aantallen op basis van transecttellingen. Figuur 7.14 geeft het overzicht van de tellingen. Hierin staat ook aangegeven of de vogels langs de kust of op zee zijn waargenomen.

Door het afsluiten van de zeearmen in de Delta zijn gebieden permanent droog komen te vallen, waardoor het aantal broedende Visdieven is toegenomen. Het aantal Visdieven in de Delta is in de periode 1979-2002 ruim verdrievoudigd tot 6500-



Figuur 7.15: Aantal broedparen van de Visdief in het Deltagebied 1979-2004



6800 paar. In 2004 kwamen in het Deltagebied 6190 paren Visdieven tot broeden, met de grootste kolonies op de Hooge Platen (1100 paren), de Slijkplaat (740) en in de Vogelvallei op de Maasvlakte (599). Het verloop van het aantal broedparen is weergegeven in figuur 7.15.

Het merendeel van de Visdieven (resp. 73% en 80%) in het Deltagebied kwam zowel in 1980-1984 als in 2000-2004 tot broeden in beschermde, ontoegankelijke gebieden. Het resterende deel verblijft vooral in niet of deels beschermde gebieden, die deels toegankelijk zijn (resp. 18% en 16%). Voorbeelden van dergelijke gebieden zijn een aantal industrie- en bedrijfsterreinen (Maasvlakte, Moerdijk), inlagen (Cauwersinlaag) en kreken (Deesche Watergang) (Strucker et al., 2005). In het Deltagebied is de Visdief met 6% van de noordwesteuropese broedpopulatie een internationaal belangrijke populatie. Van de Nederlandse populatie herbergt het Deltagebied ruim 35% van de Visdieven. Populatieveranderingen in het Deltagebied kunnen daarmee gevolgen hebben voor de totale populatie op nationale of zelfs internationale schaal (Strucker et al., 2005).

7.6 Ecologisch profiel van de Roodkeelduiker (*Gavia stellata*)

De Roodkeelduiker is een vogel uit de functionele groep van visetende watervogels en behoort tot de familie van de duikers. De Roodkeelduiker is een broedvogel van de boreale (noordelijke) zone en toendrazone van Noord-Amerika en Eurazië (Voous, 1962). De Roodkeelduiker komt na de rui vanuit de noordelijke broedgebieden, die tussen 60° en 70° Noorderbreedte liggen, naar het overwinteringsgebied. Het overwinteringsgebied strekt zich uit van de kust van noord-Noorwegen en de Oostzee tot de Atlantische kust van Spanje en Portugal. Het zwaartepunt van de verspreiding ligt ten noordoosten van Nederland in de Noordzee en de Oostzee (Durinck et al., 1994, Leopold et al., 1995b, Skov et al., 1995). Buiten de broedtijd



Roodkeelduiker © Birdpix / Chris van Rijswijk

komen de vogels op zee sterk verspreid voor. In het noordzeegebied, waaronder de Voordelta, komen de vogels in de winter tussen september en mei voor (Camphuysen & van Dijk, 1983). Van de Roodkeelduiker is een ecoprofiel opgesteld (Kersten et al., 2006), waarvan de meeste informatie uit deze paragraaf afkomstig is. Het effectschema voor de Roodkeelduiker dat is opgesteld aan de hand van de informatie in deze paragraaf, is te vinden in paragraaf 11.12.

7.6.1 Auto-ecologie

Voedsel

Concentraties Roodkeelduikers worden geassocieerd met de aanwezigheid van rijke voedselgebieden (Skov & Prins 2001). De Roodkeelduiker eet in de winters vrijwel uitsluitend vis, vooral soorten in de waterkolom. Soorten die potentieel stapelvoedsel vormen in de Voordelta zijn Haring (*Clupea harengus*), Sprot (*Sprattus sprattus*) en Stekelbaars (*Gasterosteidae spec.*). Tevens staan kabeljauwachtigen, zeedonderpaden, jonge platvis en soms kreeftachtigen en schelpdieren op het menu (Cramp & Simmons, 1977; Del Hoyo et al., 1992). Bij spuisluisen worden ook geloosde zoetwatervissen gegeten (Bijlsma et al., 2001). Alle vis kleiner dan 20 cm wordt geschikt geacht voor





de Roodkeelduiker (Eriksson & Sundberg, 1991). Roodkeelduikers vissen doorgaans in min of meer helder water, zij vangen tot op een diepte van 9 meter (Camphuysen & Leopold, 1994).

Rustgedrag

De Roodkeelduikers rusten op het water en hebben, voor zover bekend, geen speciale rustgebieden. Tijdens de rust kunnen de vogels door wind en stroming tot 10 km van hun voedselgebied verwijderd raken. Naderhand vliegen zij terug naar de foerageerplaats (Camphuysen & van Dijk, 1983, Bijlsma et al., 2001). In de Voordelta is op plaatsen waar Roodkeelduikers zich concentreren (Brouwershavense Gat) geen sprake van een sterke zeestroming (hoofdstuk 3).

Verstoring

De Roodkeelduiker staat bekend als erg verstoring gevoelig. Voor snel naderende schepen kan de vluchtafstand op meer dan 1.000 meter liggen (Witte et al. in Krijgsveld et al., 2004). Het ontbreekt in de literatuur aan gekwantificeerde vluchtafstanden voor verschillende verstoringbronnen. Uit de nulmetingen (Poot et al., 2005), waar speciale aandacht aan verstoring is gegeven, blijkt dat het erg moeilijk is om de verstoringafstand te bepalen aan de hand van de meetgegevens. Visserij is een potentiële verstoringbron, omdat Roodkeelduikers verstrikt kunnen raken in vistuig. Roodkeelduikers worden vaak gemeld als slachtoffer van staande visnetten (Buxton, 1983). In de Voordelta wordt gevist met staande visnetten in de vorm van fuiken en staand want. Alleen staand want wordt gebruikt in gebieden waar Roodkeelduikers worden waargenomen. Hoe ernstig de gevolgen zijn is ook erg afhankelijk van de aard van het net: visserij met hoge staande netten op Harder en Zeebaars eist meer slachtoffers onder vogels dan visserij met 'liggende' tongnetten voor Tong (van Stralen, 2005, zie hoofdstuk 10). Ongeveer 1% van de op Nederlandse stranden aangespoelde Roodkeelduikers is verstrikt geraakt in vistuig (Bijlsma et al. 2001). Dit toont aan dat Roodkeelduikers gevangen worden, maar geeft geen inzicht in hoe

groot het aantal is en daarmee wat de impact is op de totale populatie.

7.6.2 Verspreiding en Populatiegrootte

Europese populatie

De omvang van de Europese winterpopulatie wordt door verschillende bronnen anders geschat. Verschillen zitten in de keuze van de grens tussen oostelijke en westelijke populaties en de onnauwkeurigheid van de geschatte aantallen in het uitgestrekt Russische deel van het broedgebied. Zo schat Wetlands International (2006) de west-Palearctische populatie op een winterpopulatie van 150.000-450.000 individuen. Birdlife International (2004) schat het aantal Europese overwintelaars aanzienlijk lager in op 51.000 – 120.000 individuen. In de periode 1970-1990 heeft zich een sterke afname voorgedaan (Tucker & Heath, 1994), waarvan de soort zich nadien niet hersteld heeft. Om die reden wordt de west-Palearctische populatie van de Roodkeelduiker door Birdlife International (2004) als 'depleted' (genetisch verarmd) beschouwd. Volgens Birdlife International (2004) is het aantal Roodkeelduikers in Europa momenteel stabiel.

De Nederlandse populatie

De belangrijkste gebieden in Nederland waar concentraties van meer dan 100 vogels voorkomen, zijn ten noorden van de Waddenzee (Leopold et al., 1995b) en in de Voordelta (Berrevoets et al., 2005). De Voordelta is verreweg het belangrijkste gebied in Nederland.

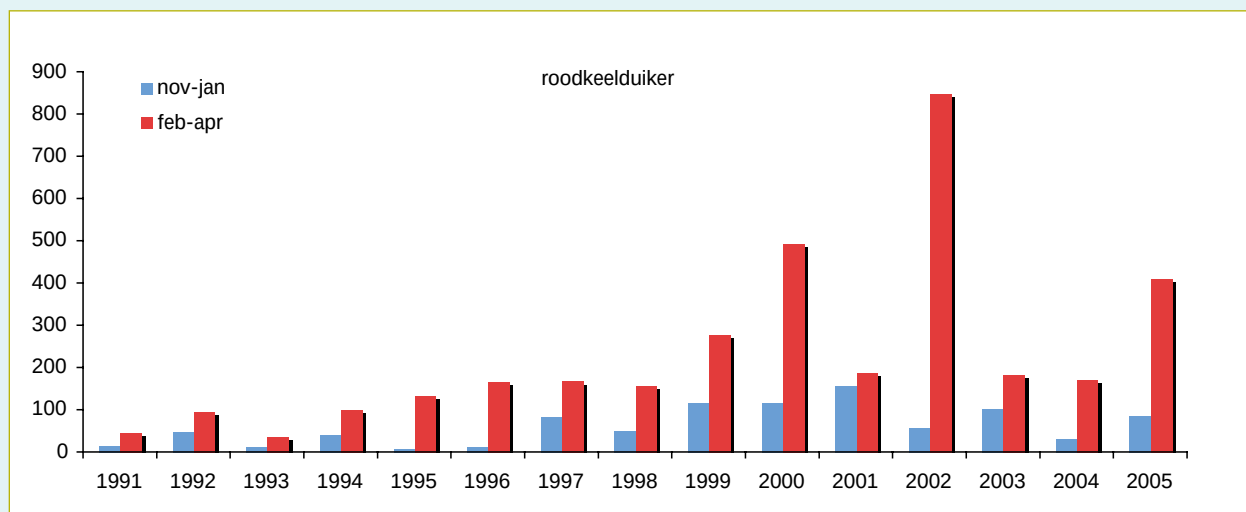
Huidige en historische voorkomen in de Voordelta

Concentraties Roodkeelduikers worden niet waargenomen bij de Haringvliet. De Roodkeelduiker is als wintergast en doortrekker in de periode oktober - mei aanwezig in de Voordelta. Ten behoeve van Monitoring waterstaatkundige toestand des lands (MWTL) zijn in het Brouwershavense Gat sinds begin jaren negentig landtellingen van Roodkeelduikers gedaan. Tijdens de nulmetingen in de Voordelta zijn Roodkeelduikers tussen november 2004 en april 2005, en bovendien





dat sprake is van een duidelijke trend (figuur 7.16). De hoogste aantallen worden in de Voordelta niet midden in de winter waargenomen zoals in de rest van Nederland (Bijlsma et al., 2001), maar in maart. Hoge aantallen in de Voordelta waren: 495 in maart 2001 en 851 in maart 2003 (Van Roomen et al., 2002, Berrevoets et al., 2005). Dit patroon van piekaantallen in maart blijkt ook uit de nulmetingen.



Figuur 7.16: Maximum aantal Roodkeelduikers per seizoen voor de perioden november tot en met januari en februari tot en met april tussen 1991-2005 in de kuststrook voor de Brouwersdam (overgenomen uit Poot et al., 2006, MWTL data(telgebied VD320))

7.7 Ecologisch profiel van de Kuifduiker (*Podiceps auritus*)

De Kuifduiker is een vertegenwoordiger van de functionele groep visetende watervogel. Deze viseter behoort tot de familie van de Futen. Kuifduikers broeden in meren (Snow & Perrins, 1997), buiten de broedtijd verblijven de meeste vogels op zee. In de Nederlandse kustwateren, waaronder de Voordelta, is de Kuifduiker een schaarse doortrekker en wintergast in de periode van oktober tot april (Bijlsma et al., 2001).

Van de Kuifduiker is een ecoprofiel opgesteld (Kersten et al., 2006), waarop de meeste informatie uit deze paragraaf is gebaseerd.

Het effectschema voor de Kuifduiker, dat is opgesteld aan de hand van de informatie in deze paragraaf, staat in paragraaf 11.13.

7.7.1 Auto-ecologie

Voedsel

In het overwinteringsgebied eten Kuifduikers vooral vis en garnalen (Del Hoyo et al., 1992). Op het IJsselmeer bestaat 95% van het voedsel uit 6-7 cm lange Spiering (Piersma, 1988). Voor zover bekend foerageren Kuifduikers uitsluitend bij daglicht, in doorgaans helder water (Kersten et al., 2006).

Rustgedrag

Voor zover bekend heeft de Kuifduiker geen specifieke rustgebieden. Op zee verblijven Kuifduikers in enigszins beschutte baaien, in kleine concentraties van zelden meer dan enkele tientallen dieren (Bijlsma et al., 2001). In de Voordelta worden Kuifduikers vooral aan de kust waargenomen. De soort heeft een voorkeur voor beschutte plaatsen, en wordt relatief weinig op open zee aangetroffen (Del Hoyo et al., 1992).

Verstoring

Van Kuifduikers zijn geen vluchtafstanden tot naderende schepen, vliegtuigen en diverse vormen van waterrecreatie bekend (Kersten et al., 2006). Meer



Kuifduiker © birdpix / Jan Hendriks

dan andere fuutachtige, zullen Kuifduikers bij verstoring geneigd zijn weg vliegen in plaats van onder te duiken (Bauer & Glutz von Blotzheim, 1966). Verwacht wordt, dat de verstoringssafstand voor vliegtuigen niet groter is dan de afstand voor vliegtuigen van de Roodkeelduiker, en dat de verstoringssafstand voor scheepvaart groter is dan de 300 meter voor Futen (Kersten et al., 2006). Tevens wordt ingeschat dat snel varende en zich onvoorspelbaar gedragende watersporters de meest verstorende vorm van recreatie zijn voor watervogels (Krijgsveld et al., 2004).

Visserij kan verstorend werken doordat bijvangst optreedt in vaste netten. Op het IJsselmeer zijn enkele Kuifduikers verdrongen in snoekbaarswant (Piersma, 1988; van Eerden, 1997). Staand want is vistuig dat het meest lijkt op de snoekbaarswant en dat gebruikt wordt in de Voordelta op locaties waar Kuifduikers voorkomen. Staandwant wordt gebruikt voor het vangen van Harder en Zeebaars (zie hoofdstuk 10).

7.7.2 Populatiegrootte

Europese populatie

Het aantal overwinteraars rond de Noordzee en de Oostzee is geschat op 4.600-6.800 vogels (Wetlands International, 2006). Het aantal broedparen in Europa neemt sinds 1970 sterk af, terwijl de

winterpopulatie in dezelfde periode stabiel blijft (Birdlife International, 2004).

Nederlandse populatie

Het is waarschijnlijk dat in Nederland overwinterende Kuifduikers afkomstig zijn uit de broedgebieden in IJsland en Noorwegen (Piersma, 1988). De Kuifduiker is in Nederland een schaarse doortrekker en wintergast. In de periode van oktober tot april zijn Kuifduikers in de Nederlandse kustwateren (Bijlsma et al., 2001). Het aantal Kuifduikers in Nederland buiten de Delta is verwaarloosbaar klein. Het totaal aantal is de afgelopen jaren verviervoudigd (Van Roomen et al., 2005). De hoogste concentratie Kuifduikers in de Delta is te vinden in de Grevelingen. Recente maxima van getelde aantallen in Nederland zijn 148 (februari 2003) waarvan 136 in het Deltagebied en 319 exemplaren (februari 2004) waarvan 289 stuks in Deltagebied (van Roomen et al., 2004; Berrevoets et al., 2005). Figuur 7.17 laat de trend zien. Het Deltagebied, met name dus het Grevelingenmeer, is van internationaal belang voor de Kuifduiker (Berrevoets et al., 2005). Kaart 7.9 laat de verspreiding van de Kuifduikers in het teljaar 2005/2006 zien. De kaartenatlas bevat de kaart van het teljaar 2004/2005.

De hoogste concentratie Kuifduikers in de Delta is in de Grevelingen. In de Voordelta wordt de Kuifduiker voor de Brouwersdam waargenomen. In de jaren 1990-1991 tot 1994-1995 zijn voor de Brouwersdam maximaal 7 vogels geteld en in de periode 1999-2000 tot 2003-2004 maximaal 34 vogels. Het hoogste aantal waargenomen Kuifduikers in 2004-2005 was 41. Er is dan ook sprake van een opgaande trend.

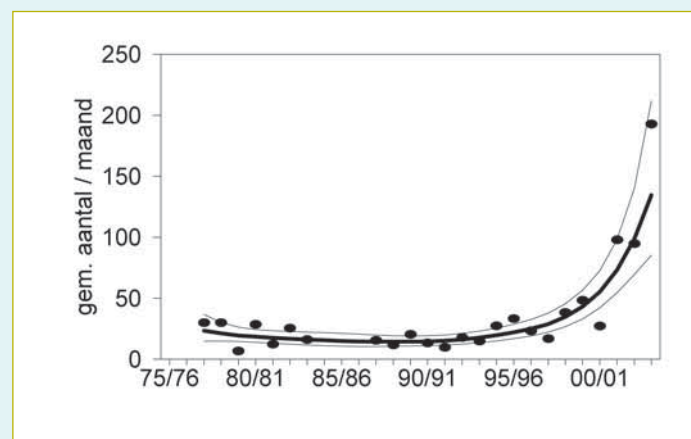
Figuur 7.18 geeft een overzicht van de aantallen waargenomen Kuifduikers in de periode november 2004 - april 2005 tijdens de MWTL-metingen en de nulmeting. Tijdens de MWTL-meting wordt het aantal Kuifduikers voor de Brouwersdam geteld. Voor de nulmeting zijn in de hele Voordelta tellingen van Kuifduikers uitgevoerd, hierbij werd de vogel voornamelijk waargenomen voor de Brouwersdam. Er zijn echter ook enkele exemplaren bij



het plangebied voor de Tweede Maasvlakte waargenomen. De aantallen waargenomen Kuifduikers tijdens MWTL-metingen of tijdens de nulmeting, zoals gepresenteerd in figuur 7.18, zijn daarom niet vergelijkbaar, ze overlappend geografisch slechts deels vanwege verschillende onderzoeksgebieden. Wel geven de grafieken een indicatie van seizoens-trends.

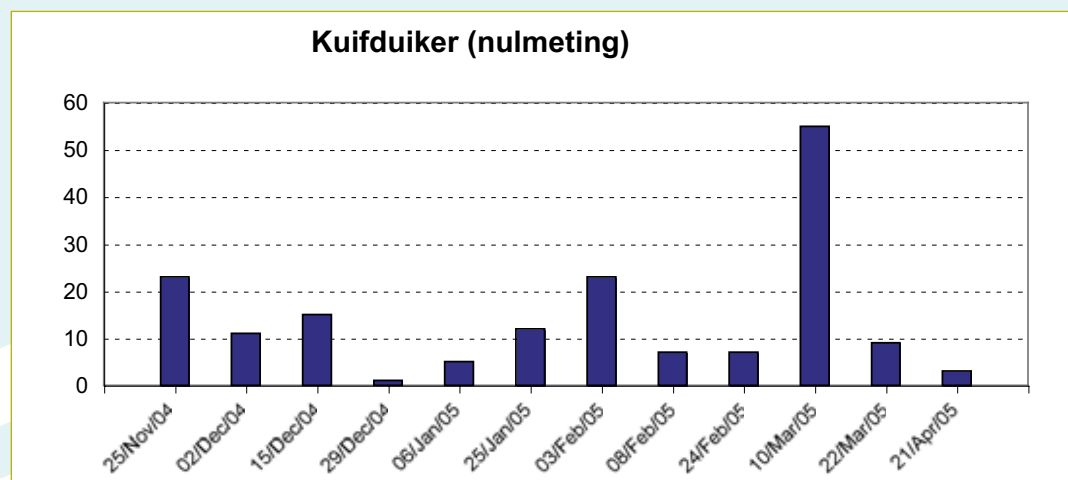
In maart 2005 werd tijdens de nulmeting een relatief hoog aantal Kuifduikers waargenomen in de Voordelta. Tijdens de MWTL-telling voor de Brouwersdam is deze piek niet waargenomen in maart maar in april. In het Grevelingenmeer wordt de hoogste concentratie Kuifduikers waargenomen in februari (op basis van MWTL-metingen periode 2004 - 2005). De piek in aantal waargenomen Kuifduikers in de Voordelta valt een maand na het hoogst aantal waarnemingen in de Grevelingen (Berrevoets et al., 2005). Vermoedelijk migreren Kuifduikers tussen de Grevelingen en de Voordelta onder invloed van bijvoorbeeld weer, verstoring of voedselbeschikbaarheid.

Het voorkomen van de Kuifduiker laat een duidelijke positieve trend zien in de Voordelta (figuur 7.19). De aantallen in de periode november tot en met januari en februari tot en met april zijn in de meeste

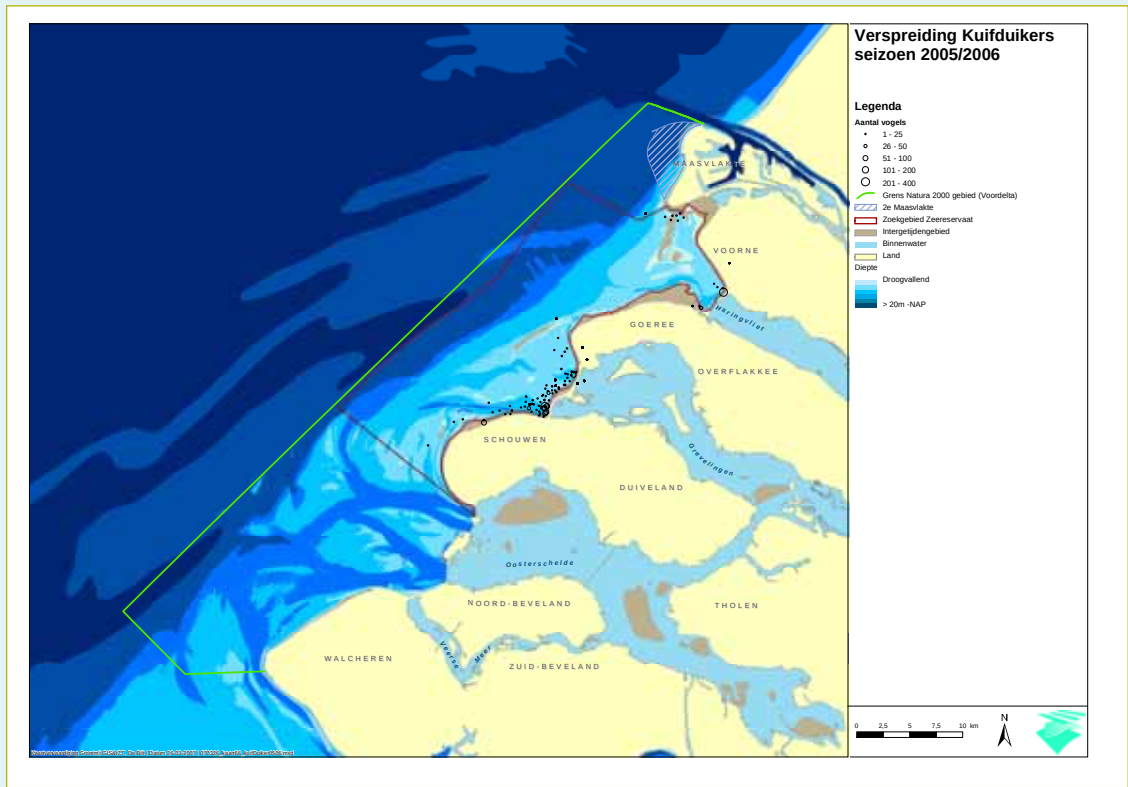


Figuur 7.17: Trend van Kuifduikers in Nederland in de periode 1977-2003 (grafiek uit van Roomen et al., 2005)

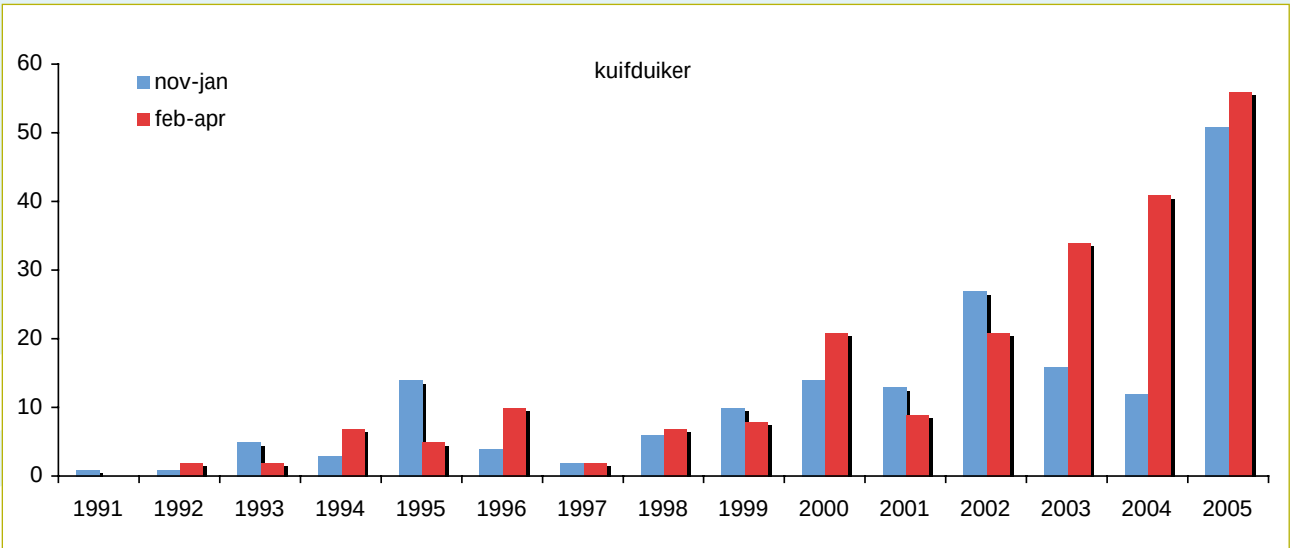
seizoenenvergelijkbaar. dat duidt erop dat de Voordelta vermoedelijk een vast overwinteringsgebied is voor een populatie Kuifduikers.



Figuur 7.18: Aantal waargenomen Kuifduikers op de maandelijkse inventarisatiedag weergegeven per maand (MWTL) en op een specifieke dag (nulmeting); de waarnemingen zijn gedaan tijdens landtellingen tot maximaal 2 km uit de kust



Kaart 7.9: Cumulatieve verspreiding van op water verblijvende Kuifduikers per seizoen in de kustzone (minder dan 2 km uit de kust) tijdens landtellingen (uit Poot et al.,2006)



Figuur 7.19: Maximum aantal Kuifduikers per seizoen voor de perioden november tot en met januari en februari tot en met april tussen 1991-2005 in de kuststrook voor de Brouwersdam, in de Haringvlietmonding, kust Voorne en Westplaat, (overgenomen uit Poot et al., 2006, MWTL data).



7.8 Samenvatting en implicaties voor het maatregelenpakket

De compensatie van de Tweede Maasvlakte ten aanzien van vogels bestaat uit het compenseren van het potentieel verlies aan foerageergebied voor de Grote Stern, de Visdief en de Zwarte Zee-eend. Daarnaast zijn zes vogels (Zwarte Zee-eend, Eider-eend, Grote Stern, Visdiefje, Roodkeelduiker en Kuifduiker) uit drie functionele groepen aangewezen als kwaliteitsindicator voor het te compenseren habitattype 1110. In dit hoofdstuk is de ecologie en de verspreiding van deze soorten vogels beschreven. Uit het overzicht volgen de volgende conclusies:

Voedsel

Met betrekking tot het voedsel voor alle drie de beschouwde functionele groepen kan geconcludeerd worden, dat over het algemeen bekend is wat de vogels eten. Wat echter in de kennis ontbreekt, is antwoord op de vraag in hoeverre de soorten van dit stapelvoedsel afhankelijk zijn. Onduidelijk blijft in hoeverre de vogels kunnen omschakelen naar ander voedsel als het bekende stapelvoedsel uit het gebied verdwijnt. Het voedsel voor de vogels is een belangrijk element voor het instandhouden van de populatie. In het maatregelenpakket moet aandacht zijn voor de voedselsituatie na de aanleg van de Tweede Maasvlakte.

Verstoring

Over de verstoringafstanden van recreatie en visserij op schelpdieretende eenden, sterns en andere visetende watervogels is in de kustwateren weinig bekend. De verstoringafstanden voor nieuwe vormen van recreatie, zoals kitesurfen, zijn volledig onbekend. Wel is uit literatuur bekend dat diverse van de genoemde soorten, zoals bijvoorbeeld de Roodkeelduiker, relatief verstoringgevoelig zijn. Naast het behouden van voedsel vormt rust een belangrijke tweede pijler voor het maatregelenpakket. Hierbij zal een algemene verstoringafstand van 500 m voor vogels worden gehanteerd.

Verspreiding

De huidige verspreiding van Zwarte Zee-eend en Eider-eend is in de nulmeting goed in kaart gebracht. Beide soorten verblijven voornamelijk in de winterperiode in de Voordelta, waarbij in de laatste 2 jaar maximaal 9000 Zwarte Zee-eenden werden geteld en maximaal 1800 Eider-eenden. Het verspreidingspatroon van de Zwarte Zee-eend in de Voordelta is daarbij stabiel, wel zijn tijdens de tellingen voor de nulmeting ook Zee-eenden in het zomerseizoen waargenomen. In het verleden kwam het 'overzomer' van deze soort sporadisch voor. Uit de nulmeting bleek, dat de Grote Stern tijdens het broedseizoen voedsel in een groot deel van het Voordeltagebied zoekt. De Visdief heeft een beperktere actieradius tijdens het broedseizoen en wordt daardoor in de Voordelta niet overal in hoge dichtheden aangetroffen.

Het is moeilijk het totaal aantal Roodkeelduikers en Kuifduikers in de hele Voordelta te schatten. Ten eerste omdat de vogels tijdens tellingen vanaf boten soms op grote afstand al wegvliegen en ten tweede omdat er grote verschillen in de kwaliteit van de tellingen zijn tussen land en water. Eigenlijk zijn alleen goede schattingen vanaf de kant te maken. Wel lijkt het erop, dat de toename van het aantal Kuifduikers in de Voordelta een blijvende trend is.

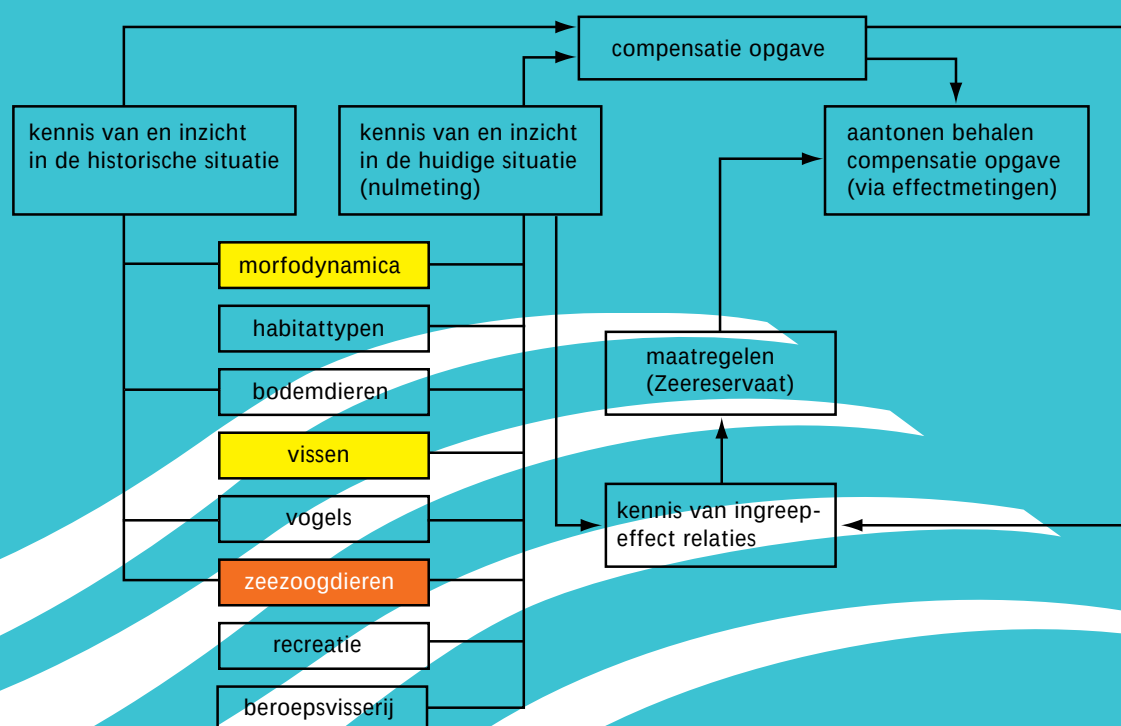


Gewone Zeehond © Vildaphoto



8 De Gewone Zeehond en de Grijze Zeehond

Zeezoogdieren zijn niet meegenomen in de compensatieopgave, maar de Gewone Zeehond en de Grijze Zeehond zijn wel populaties die in het kader van Natura 2000 wat betreft hun aantal hersteld moeten worden. Daarom worden de maatregelen in het Zeereservaat zo ingericht, dat zeehonden optimaal kunnen profiteren van de maatregelen.





8.1 De Gewone Zeehond (*Phoca vitulina*)

8.1.1 Auto-ecologie

Voedselsamenstelling

Rond 1930 is voor het eerst gekeken naar het dieet van (geschoten) Gewone Zeehonden in het Deltagebied (Havinga, 1933). Gewone Zeehonden bleken met name grondels, Bot, Schol en Zee-donderpad te eten. In mindere mate eten ze ook Haring, Wijting, Kabeljauw en garnaal. De jonge Gewone Zeehonden eten garnaal vlak nadat ze niet meer gezoogd worden. Recente informatie over de voedselkeuze van Gewone Zeehonden in het Delta-gebied is er niet (Meininger et al., 2003). In recent onderzoek in de Waddenzee (Brasseur et al., 2004) is het dieet afgeleid uit faeces van 42 Gewone Zeehonden. Hieruit bleek het dieet voor iets minder dan de helft uit platvis te bestaan. Een kwart bestond uit soorten als grondel, Geep, Harnasmannetje, Rivierprik, Pitvis en Haring en een vijfde uit kabeljauwachtigen en zandspiering.

Foerageergedrag

Tijdens het foerageren maken Gewone Zeehonden meerdere duiken naar de bodem. Op de Noord-zee duiken Gewone Zeehonden meer dan 40% van hun totale tijd dieper dan 10 m. Het aantal duiken in het voorjaar kan oplopen tot 400-500 per dag (Reijnders et al., 2000). Aan de hand van het onderzoek in de Oosterschelde met Gewone Zeehonden die een zender dragen werd duidelijk, dat 20% van de deze Gewone Zeehonden binnen een straal van 1,3 km van hun ligplaats blijft, 50% blijft binnen een straal van 3,3 km en 95% binnen een straal van 6,9 km (Reijnders et al., 2000). Ze kunnen echter ook foerageertochten maken tot ongeveer 75 km van hun rustplaats (Reijnders et al., 2000). De afstanden die Gewone Zeehonden afleggen om te foerageren hangen mede af van de lichaamsgrootte en het levensstadium (Thompson et al., 2000).

Met hun gevoelige snorharen zijn Gewone Zeehonden in staat 'blindelings' hun prooi op te sporen en



Gewone Zeehond © Belinda Kater

te vangen (Kastelein, 1998, Dehnhardt et al., 1999). Dit betekent dat ze geen problemen ondervinden met het vangen van voedsel in troebel kustwater.

Voortplanting

Vrouwtjes van de Gewone Zeehond zijn geslachtsrijp als ze vier jaar oud zijn. Na een zwangerschap van 11 maanden wordt tussen eind mei en begin juli één jong geboren. Het jong wordt gedurende drie tot zes weken gezoogd (de Jong et al., 1997a). De jaarlijkse sterfte van jongen bedraagt ongeveer 25-35% en van onvolwassen dieren 2-5%. De sterfte onder volwassen dieren bedraagt in de internationale Waddenzee op het moment ongeveer 5% voor vrouwtjes en ongeveer 9% voor mannetjes (Abt, 2002).

Zwemafstanden

Gewone Zeehonden zijn goede zwemmers en kunnen grote afstanden afleggen, ook tegen de stroom in (Van Parijs et al., 1997). Gewone Zeehonden die in het Deltagebied werden losgelaten zaten soms binnen enkele dagen in de Deense Waddenzee (Brasseur & Reijnders, 2001). Ook ondernamen Gewone Zeehonden vanuit Nederland meerdaagse foerageertochten naar de Britse kust.

Ongeveer 70% van de jongen blijft in het gebied waar ze geboren zijn, de overige 30% gaat op zoek naar andere geschikte gebieden. Van de oudere zeehonden blijft jaarlijks ca. 90% in zijn eigen gebied (Thompson et al., 1989; Thompson & Miller, 1990; Thompson et al., 1993).



Habitat

Het habitat van de Gewone Zeehond is droogvallende zandplaten. De zandplaten worden gebruikt om te rusten (hele jaar), jongen te werpen en te zogen (mei t/m augustus) en om te verharen (juni t/m september). De aanwezigheid van andere zeehonden, de afstand tot het foerageergebied, beschutting tegen extreme weersinvloeden en rust zijn van invloed op de keuze van de zandplaat. Zandplaten met een steile plaatrand die gedurende een groot deel van de laagwaterperiode droogvallen en grenzen aan diep water worden als aantrekkelijk beschouwd (Reijnders, 1972, Kriebler & Baretta, 1984, Brasseur & Reijnders, 1994, Werner et al., 1995). Gewone Zeehonden gebruiken het water rondom de zandbanken, als het niet dieper dan 30 m, voor het vangen van hun voedsel.

Verstoring door recreatie

In de Voordelta vinden allerlei vormen van recreatie plaats (zie hoofdstuk 9), die een effect kunnen hebben op de aanwezigheid van Gewone Zeehonden in het gebied. Bij het waarnemen van verstoringen zullen Gewone Zeehonden hun kop optillen, en bij verdergaande verstoringen gaan zij het water in. Gewone Zeehonden zijn het sterkst afhankelijk van hun ligplaatsen in de periode mei t/m september, en juist deze periode valt grotendeels samen met het toeristenseizoen.

Als Gewone Zeehonden met hun jongen verstoord worden en het water ingaan, kunnen de jongen op dat moment niet meer worden gezoogd, zij missen dan (een deel van) de vette moedermelk. Het gewicht dat jongen hebben op het moment dat ze niet langer meer gezoogd worden is bepalend voor de overlevingskans. Als jonge zeehonden 1-3 keer tijdens de zoogperiode verstoord worden is hun uitgangsgewicht zo laag, dat hun overlevingskans nihil is geworden. Jonge zeehonden zijn namelijk niet in staat een achterstand in gewicht in te halen door tijdens een volgende keer zogen meer energie op te nemen (Drescher, 1979, Reijnders, 1981, Brasseur & Reijnders, 1997). Ook de verhaarperiode valt tussen mei en oktober. Tijdens het verharen is het drogen van de vacht en opwarmen van de huid belangrijk (Brasseur & Reijnders, 1994), een proces dat tijdens verstoring op de plaat onderbroken wordt.

Door Meininger et al., (2003) zijn de verstoringafstanden bij bepaalde bronnen op een rij gezet, op basis van de informatie in Brasseur & Reijnders (1994). Deze is aangevuld met enige recente literatuur over dit onderwerp. Tabel 8.1 toont de activiteiten en verstoringafstand waarbij de Gewone Zeehond in het water gaat. Hiervoor is de grootste afstand genomen die in Meininger of de overige literatuur genoemd is.

Tabel 8.1: Activiteiten en hoogstgenoemde verstoringafstanden voor de Gewone Zeehond

bron	grootste verstoringafstand genoemd	bronnen	gebied
motorkruiser	1123m	Reijnders, 1972; Arts & Rijniers, 1986	Waddenzee
sportvliegtuig	1000m	Reijnders, 1972	Waddenzee
speedboot	540m	Arts & Rijniers, 1986	Waddenzee
cruiseschip	500m	Jansen et al., 2006	Alaska
rondvaartboot	500m	Dietrich & Koepff, 1986; De Glopper, 1993	Nedersaksen, Waddenzee
zeilboot	445m	Arts & Rijniers, 1986	Waddenzee
wandelaars	400 m	Reijnders, 1972; Arts & Rijniers, 1986	Waddenzee
div. boten	150m	Wilson, 1994	Tees
robbentocht	100m	Reijnders, 1972; De Glopper, 1993	Waddenzee
kokkelvisser	100m	Reijnders, 1972	Waddenzee
rubberboot	73m	Murphy & Hoover, 1981	Alaska
kotter	50m	Dietrich & Koepff, 1986	Nedersaksen



De grootste waargenomen verstoringsbronnen voor Gewone Zeehonden zijn motorkruiser en sportvliegtuigen, die op een afstand van meer dan een kilometer al tot verstoring leiden. Het effect van nieuwe typen verstoring, zoals bijvoorbeeld kitesurfers, is onbekend.

8.1.2 Populatie

De Europese populatie

De Gewone Zeehond komt in Europa voor langs de kusten van de Britse Eilanden, Ierland, IJsland en langs de kusten van Noord-Finland tot aan Midden-Frankrijk. Daarnaast komt de soort voor in het Kattegat/Skagerak en het zuidwestelijk deel van de Oostzee (Berrevoets et al., 2005).

De huidige noordwest Europese populatie van Gewone Zeehonden wordt geschat op 72000 dieren (de Jong et al., 1997a). De Nederlandse populatie van bijna 2400 dieren in 2003 (Reijnders et al., 2003) bedraagt 3% van deze populatie.

De populatie in de Delta

Er wordt geschat dat rond 1900 in het Deltagebied tussen de 6000 en 11000 Gewone Zeehonden aanwezig waren. Door de jacht was dit aantal in 1963 teruggedallen tot 350 dieren (Brasseur & Reijnders, 1997).

De populatie in de Voordelta

In 1976 is begonnen met het tellen van zeehonden in de Voordelta. Het aantal Gewone Zeehonden was toen, net als in het hele deltagebied, laag. Figuur 8.1 laat het verloop in de periode 1976-2003 zien. Tot en met het seizoen 1995-1996 bleven de aantallen Gewone Zeehonden in het Voordelta nog vrij laag. Daarna steeg het maximaal aantal waargenomen Gewone Zeehonden tot aan het seizoen 2002-2003, het jaar waarin het zeehondenvirus optrad. De laatste jaren worden in het najaar en in de winter (oktober/februari) relatief weinig zeehonden gezien en van maart tot en met augustus vrij veel (Berrevoets et al., 2005). In de seizoenen 2001-2002, 2002-2003 en 2003-2004 werden meer dan 100 Gewone Zeehonden geteld. Sinds het seizoen 2002-2003 neemt het aantal

maximaal waargenomen Gewone Zeehonden af, maar in het seizoen 2005-2006 lijkt er weer herstel op te treden.

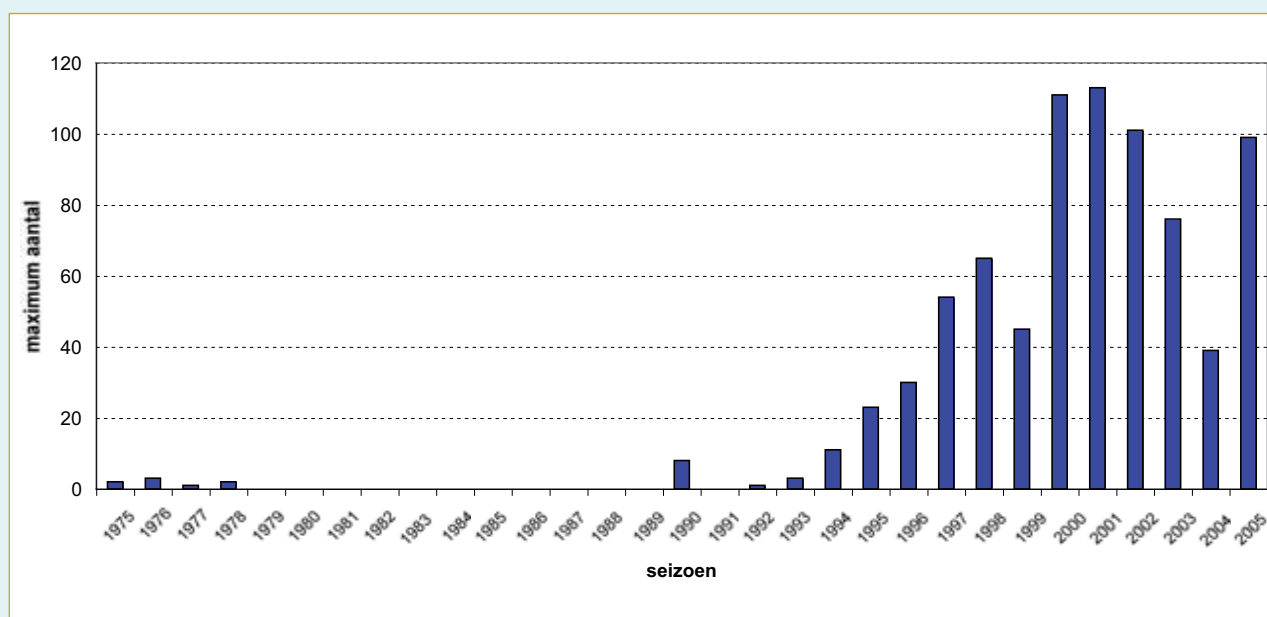
In de Voordelta werden tussen juli 2003 en juni 2006 tussen de 0 en 100 zeehonden waargenomen. Figuur 8.2 laat het verloop van maand tot maand zien.

De belangrijkste rustgebieden voor Gewone Zeehonden binnen de Voordelta zijn de Bollen van de Ooster (kaart 8.1), de Verklipperplaat, de Platen voor het Watergat (Bollen van het Nieuwe Zand) en de Hinderplaat (kaart 8.2) (Berrevoets et al., 2005). In 2005 is een derde van de Gewone Zeehonden waargenomen op de Hinderplaten, met een top van 35 exemplaren in november 2005 en 40 exemplaren in maart 2006. Op zowel de Bollen van de Ooster als op de Platen voor het Watergat kwam over het hele jaar gezien een vijfde deel van de Gewone Zeehonden voor, met een top van 49 exemplaren (plus een pup) op de Bollen van de Ooster in augustus 2005, en 37 exemplaren op de Platen voor het Watergat in maart 2006. Tenslotte bevond zich een zesde deel op de Verklipperplaat met de hoogste waarneming van 37 exemplaren in maart 2006. Kaart 8.3 laat de huidige verspreiding zien.

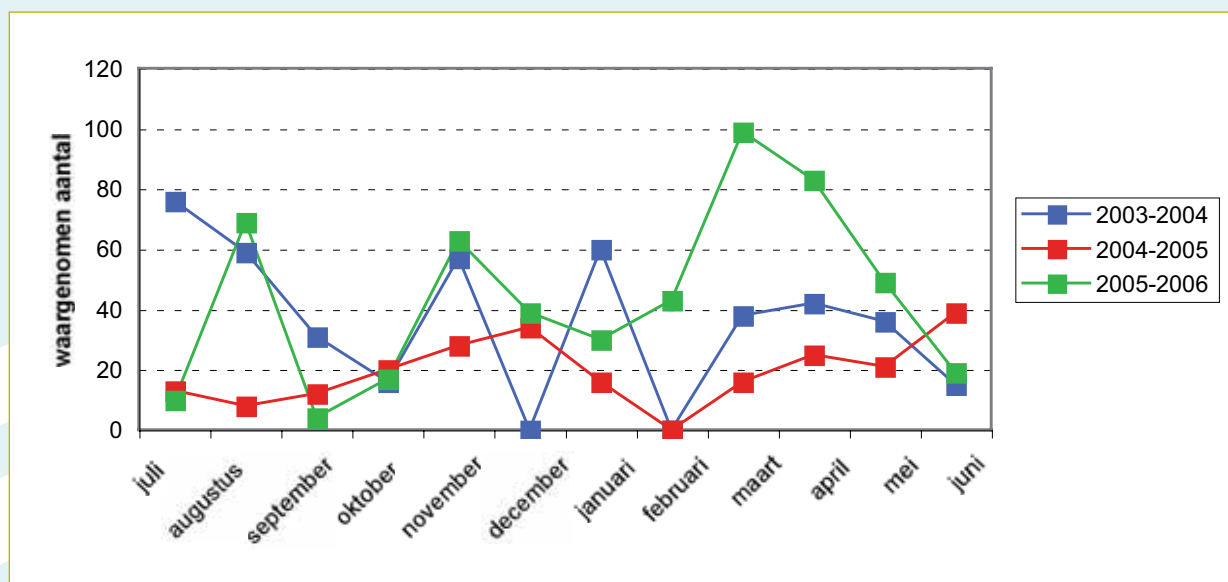
8.1.3 Het Zeehondenvirus

In 1998 trad in de Noordzee en de Oostzee een omvangrijke epidemie op van het phocine distemper virus (PDV-1 of 'zeehondenvirus'), waardoor 60% van de totale populatie van de Gewone Zeehond in de Waddenzee stierf (Reijnders et al., 1997). De uitbraak van het zeehondenvirus in 1998 maakte voor zover bekend geen slachtoffers in het Deltagebied, om de eenvoudige reden dat hier toen nauwelijks Gewone Zeehonden voorkwamen. In 2002 vond weer een grootschalige uitbraak plaats van het zeehondenvirus, met als gevolg een omvangrijke sterfte onder Gewone Zeehonden in de Oostzee, de Waddenzee en het deltagebied. In 2002 bezweek ongeveer de helft van de noordwest-Europese zeehondenpopulatie aan het virus. Het virus bereikte in dat jaar het Deltagebied iets

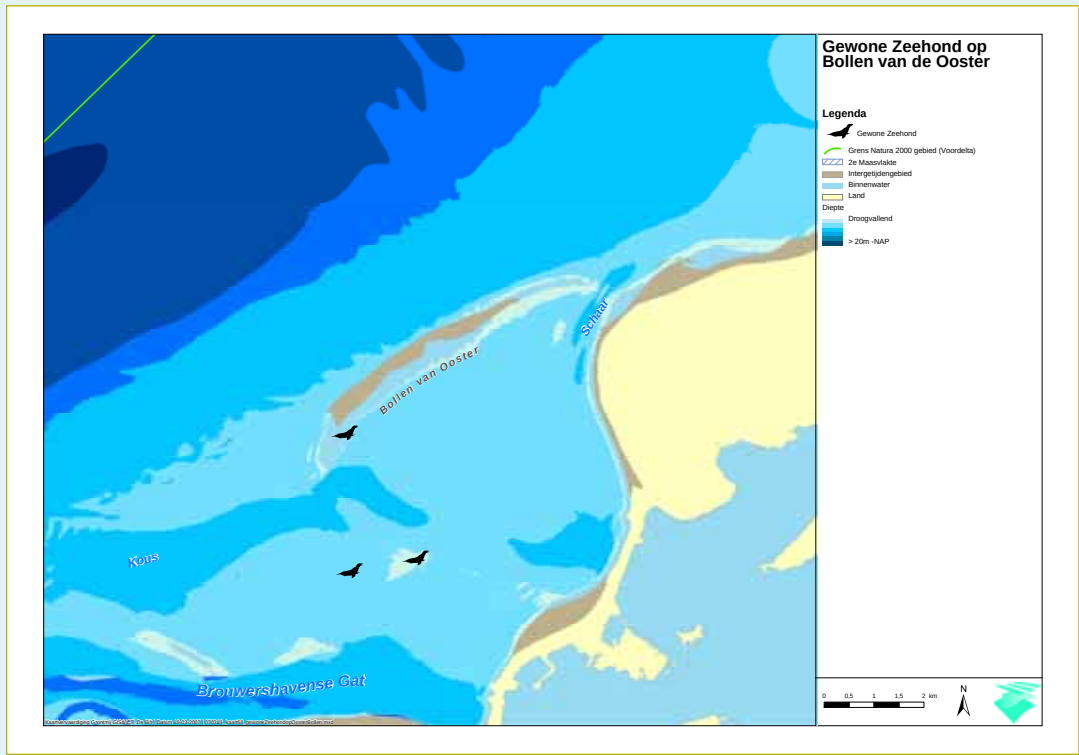




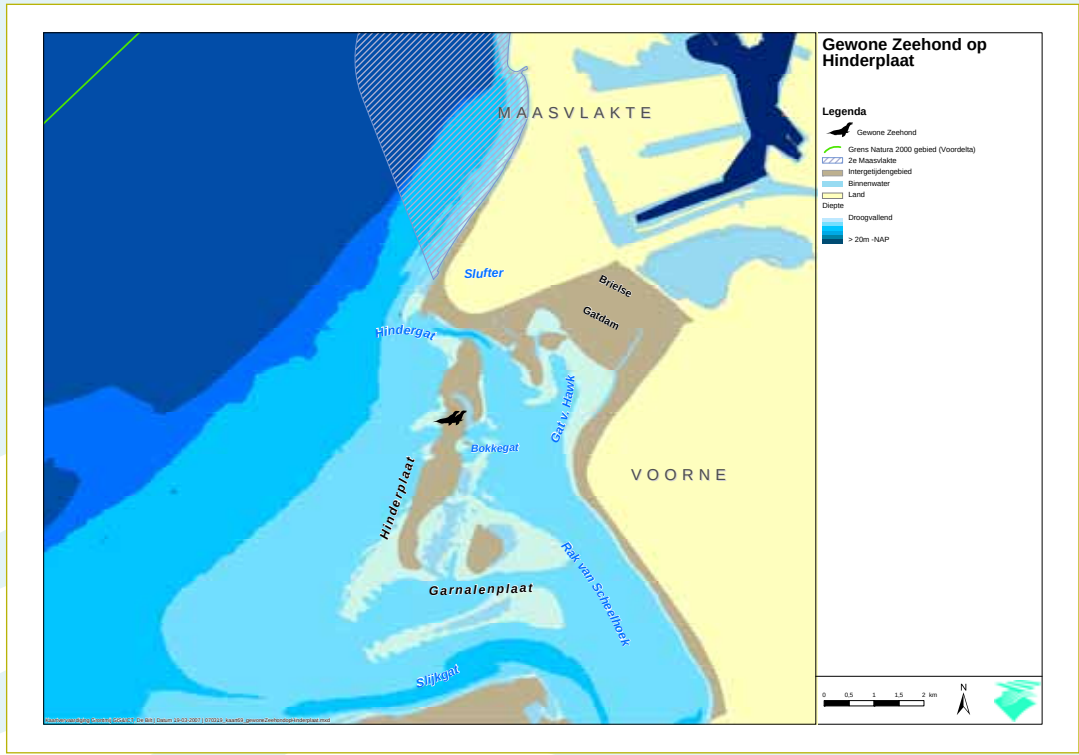
Figuur 8.1: Verloop van het maximum aantal Gewone Zeehonden in de Voordelta



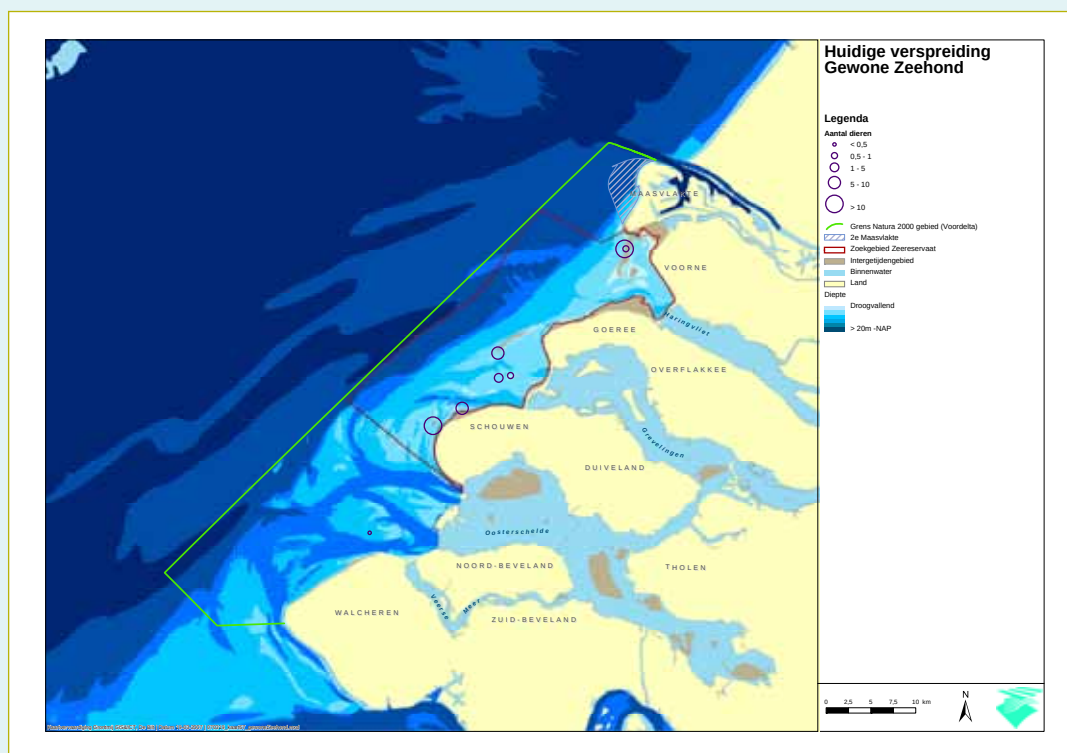
Figuur 8.2: Aantal getelde Gewone Zeehonden tussen juli 2003 en juni 2006



Kaart 8.1: Rustgebied van de Gewone Zeehond binnen de Voordelta de Bollen van de ooster



Kaart 8.2: Rustgebied van de Gewone Zeehond binnen de Voordelta de Hinderplaat



Kaart 8.3: Verspreiding van de Gewone Zeehond binnen de Voordelta 2003/2004

later dan het Waddengebied. In het Deltagebied werden in het najaar van 2002 ca. 60 Gewone Zeehonden aangetroffen die waren bezweken aan het virus (Meiningen et al., 2003). Mogelijk speelde ophoping van gechloreerde koolwaterstoffen in het vet van zeehonden een rol bij de uitbraken van het zeehondenvirus (De Swart et al., 1994).

8.2 De Grijze Zeehond (*Halichoerus grypus*) in de Voordelta

8.2.1 Auto-ecologie

Voedselsamenstelling

Tot op heden is in Nederland nog zeer weinig onderzoek gedaan naar het dieet van Grijze Zeehonden. Op basis van faecesonderzoek bleek, dat zandspiering op veel andere plekken (Engeland, Ierland, Noorwegen, Canada) een kwalitatief zeer belang-

rijke prooi is (Brasseur et al., 2005). In het dieet van Grijze Zeehonden in de Oostkust van Engeland waren drie soorten dominant: zandspiering, Kabeljauw en Tong. Deze soorten bepaalden 56.2% van het dieet (op gewichtsbasis). In alle gevallen is gebleken dat de menukeuze van Grijze Zeehonden zeer divers is, verschillend per gebied en verschillend naar gelang het seizoen. De dieetkeuze van Grijze Zeehonden lijkt ook bepaald te worden door het relatieve voorkomen van vissoorten (Bowen & Harrison, 1994). Net als bij de Gewone Zeehond blijkt garnaal door jonge Gewone Zeehonden gegeten te worden vlak nadat ze niet meer gezoogd worden.

Foerageergedrag

De Grijze Zeehond heeft een goed ontwikkeld zicht- en reukvermogen, waarmee ze hun prooidieren opsporen. Verschillende dieetstudies suggereren daarnaast dat individuele Grijze Zeehonden bepaalde foerageerspecialismen kunnen ontwikkelen en toepassen, afhankelijk van de mogelijkheden



(Hammond et al., 1994). Dankzij de ontwikkeling van technologie waarmee de dieren gevolgd kunnen worden, komt steeds meer informatie beschikbaar over het foerageergedrag van de dieren. Daarbij is een grote verspreiding te zien vanaf de voortplantingsgebieden naar aangrenzende kustwateren. Vaak waren de zeehonden tijdens een 'gewone' foerageertrip meer dan 100 km verwijderd van hun ligplaatsen (haul-outs)(Thompson et al., 1996). In 88% van de waargenomen reizen van Grijze Zeehonden, van haul-out plaatsen naar foerageergebieden, betrof het tochten van gemiddeld 2,3 dagen naar gebieden op de Noordzee op een afstand van 40km (McConnel et al., 1999). Uit registraties van de dieptes waarop werd gedoken is gebleken, dat de zeehonden vaak doken tot op de zeebodem (tot een diepte van 400m), de plaats waar meestal ook de grootste concentratie zandspieringen kunnen worden aangetroffen. Gedurende 43% van de tijd werd gefoerageerd binnen een straal van 10 km vanaf de haul-out plaatsen (McConnel et al., 1999).

Voortplanting

Vrouwtjes van de Grijze Zeehond zijn na 4 tot 5 jaar geslachtsrijp, mannetjes na 6 jaar. Mannetjes zullen echter meestal pas voor het eerst paren als ze 8 tot 10 jaar oud zijn. In de voortplantingstijd vormen de dieren harems die verdedigd worden door één of enkele mannetjes. Grijze Zeehondenmannetjes hebben meerdere vrouwtjes. Volwassen mannetjes blijven in de buurt van het voortplantingsgebied en komen voor kortere of langere tijd aan land. Afhankelijk van het terrein kunnen er 2-10 maal zoveel vrouwtjes als mannetjes in het voortplantingsgebied aanwezig zijn.

De totale draagtijd duurt 11,5 maand. De eigenlijke draagtijd duurt echter 8,5 maand, maar het embryo komt de eerste twaalf weken niet tot ontwikkeling. De geboortepiek zit ongeveer rond de jaarwisseling. Het jong heeft bij de geboorte een wollige witte vacht. Deze verliest hij na 2 tot 3 weken. Omdat de jongen niet kunnen zwemmen, kiezen de dieren voor hoger gelegen platen die met normaal hoog water niet onderlopen. De totale zoogtijd duurt 16 tot 21 dagen, daarna verlaat de

moeder het jong. Pas als de jongen 30 tot 35 dagen oud zijn, gaan ze zelf voedsel zoeken.

Sterfte onder jonge dieren is het hoogst op platen die tijdens een storm onderwater komen te staan, omdat de jongen dan meestal nog niet kunnen zwemmen. Bij kolonies op ijs of op zandstranden is de overlevingskans voor jongen het grootst.

Zwemafstanden

Onderzoek in Groot-Brittannië heeft laten zien, dat Grijze Zeehonden regelmatig over grote afstanden kunnen trekken. Hierbij kunnen ze wel 75 tot 100 km per dag zwemmen (McConnel et al., 1999). Grijze Zeehonden die in andere gebieden met een zender zijn uitgerust, vertoonden soms ook migraties over enkele honderden kilometers. Er zijn aanwijzingen, dat een deel van de waargenomen groei in Nederland een gevolg is van een toestroom van dieren uit Groot-Brittannië vanaf de Farne eilanden. Er zijn echter nog geen verspreidingsgegevens van dieren uit de Nederlandse kolonies. Wel is bekend, dat ongeveer 70% van de jongen in het gebied blijft waar ze geboren zijn, de overige 30% gaat op zoek naar andere geschikte gebieden om voort te planten (Thompson et al., 1993).

Om het gedrag van de zeehonden verder te onderzoeken, wordt door IMARES Texel een klein aantal Grijze Zeehonden in de waddenzee uitgerust met een speciale satellietzender. Daarmee kunnen de dieren 24 uur per dag worden gevolgd op hun tochten in de Noordzee en de Waddenzee. Tevens kan met deze zenders hun gedrag worden vastgelegd en kan worden bepaald hoeveel tijd ze gemiddeld boven en onder water doorbrengen en hoe diep ze duiken. Het onderzoek moet voldoende gegevens opleveren voor een zorgvuldig beheer van de Grijze Zeehonden.

Habitat

Het habitat van de Grijze Zeehond is zeer divers en bestaat uit rotskusten, zand- en kiezelstranden (de Jong et al., 1997b). De Grijze Zeehond heeft de grootste voorkeur voor gebieden met een zandige of kleiige bodem, gebieden waarvan bekend is dat er veel zandspieringen voorkomen (McConnel et al., 1999). Verder rust de Grijze Zeehond bij





Grijze Zeehond © Vildaphoto

zonsopgang op zandbanken die bij eb droogvallen. Tijdens de voortplanting worden zandbanken opgezocht die tijdens hoogwater nog boven het waterpeil uitsteken en die in een relatief rustig gebied liggen. Dit is nodig omdat de jongen van de Grijze Zeehond de eerste paar weken nog niet kunnen zwemmen dus tussentijds niet van plaat kunnen wisselen.

8.2.2 Voorkomen van de Grijze Zeehond

De Europese populatie

Van de Grijze Zeehond worden drie populaties onderscheiden waarvan er twee voorkomen in het noordelijk deel van de Atlantische Oceaan (een oost- en een west-Atlantische populatie) en één in het Oostzeegebied. De west-Atlantische populatie komt voor in het gebied tussen Labrador en Nuntucket, (De Jong et al., 1997b). De oost-Atlantische populatie, waartoe ook de Nederlandse populatie behoort, komt voor in het kustgebied van IJsland, rond de Britse eilanden en langs de noord- en westkust van Noorwegen, het Kola schiereiland

(Rusland) en de kust van Bretagne (Frankrijk). De oostzeepopulatie is relatief klein en bevolkt de Finse en Botnische Golf en het noordelijk deel van de Oostzee.

De Nederlandse populatie

Vóór de 16de eeuw was de Grijze Zeehond aanwezig in de Waddenzee, maar ze zijn waarschijnlijk aan het eind van de 16de eeuw uitgestorven door de jacht die op deze soort in het waddengebied werd gemaakt (Reijnders et al., 1995). Vanaf 1980 keerde de Grijze Zeehond langzaam maar zeker terug in de Nederlandse Waddenzee (van Bree et al., 1992), waarschijnlijk als gevolg van migratie vanuit dichtbijzijnde kolonies. In 1950 werd ook voor het eerst een Grijze Zeehond gesignaleerd in de Westerschelde (Meininger et al., 2003). Vanaf 1992 nam de populatie Grijze Zeehonden in de Voordelta exponentieel toe tot ongeveer 200 exemplaren.



De populatie in de (Voor)delta

De verandering in het voorkomen van de Grijze Zeehond in de zoute Delta in het seizoen 2003/2004 is spectaculair te noemen. Nooit eerder werd deze soort in dergelijke grote aantallen waargenomen. In jaren daarvoor werden slechts enkele dieren gezien in de westelijke Oosterschelde (Roggenplaat), de westelijke Westerschelde (Hooge Platen) en de Voordelta (Verklikker en Watergat). Tijdens de telling van november 2003 werden bijvoorbeeld op de Bollen van de Ooster ten westen van Ouddorp 47 exemplaren geteld. Sindsdien heeft de soort zich in de gehele Voordelta goed weten te handhaven. In juni 2004 werden 100 Grijze Zeehonden waargenomen (Berrevoets et al., 2005), in 2006 meer dan 200 stuks. Tevens is de eerste voortplanting van de Grijze Zeehond geconstateerd. Figuur 8.3 laat de maximaal getelde aantallen in de periode 1975-2006 zien.

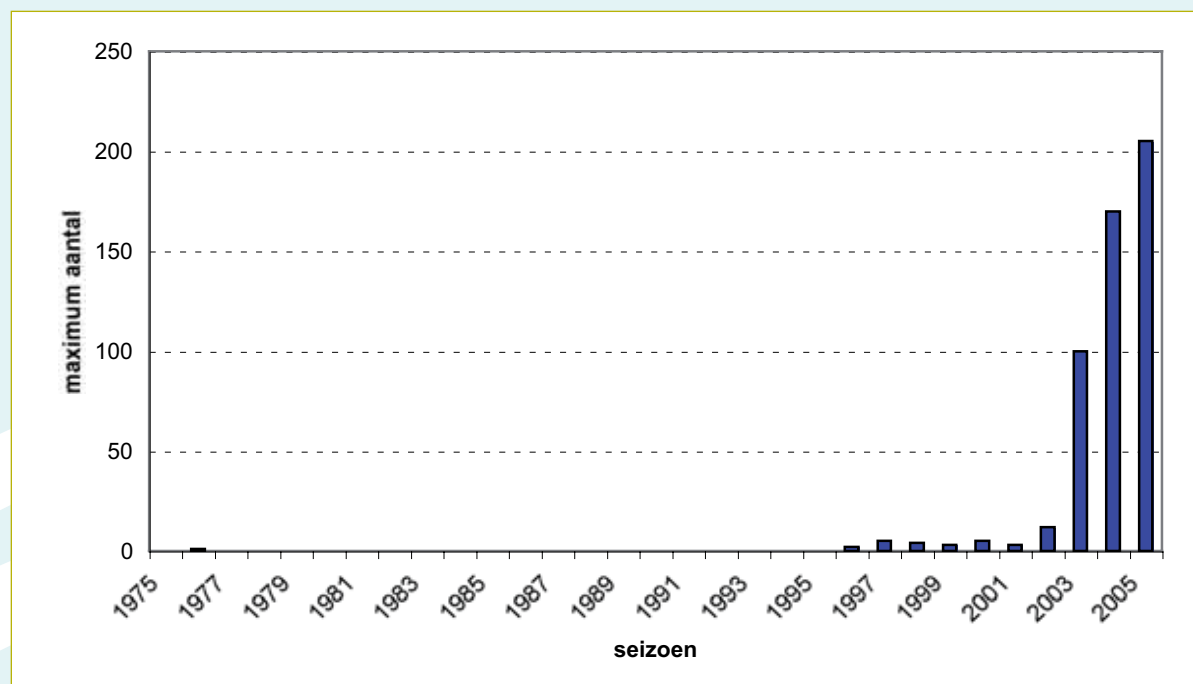
Figuur 8.4 geeft per maand het aantal waargenomen Grijze Zeehonden in de periode tussen juli 2003 en juni 2006 weer. In deze periode werden ook resp. 1 (2003/2004), 3 (2004/2005) en 3

(2005/2006) pups waargenomen.

In het seizoen 2005-2006 is twee-derde van de Grijze Zeehonden op de Bollen van de Ooster aangetroffen. In maart 2006 werden hier 152 exemplaren (met 1 pup) gesignaleerd en een maand later 184 exemplaren (met 3 pups). Een zevende deel van de Grijze Zeehonden bevindt zich op de Verklikkerplaat. In juni 2006 werden daar de meeste exemplaren, namelijk 36, aangetroffen. Kaart 8.4 laat de huidige verspreiding zien.

8.2.3 Zeehondenvirus

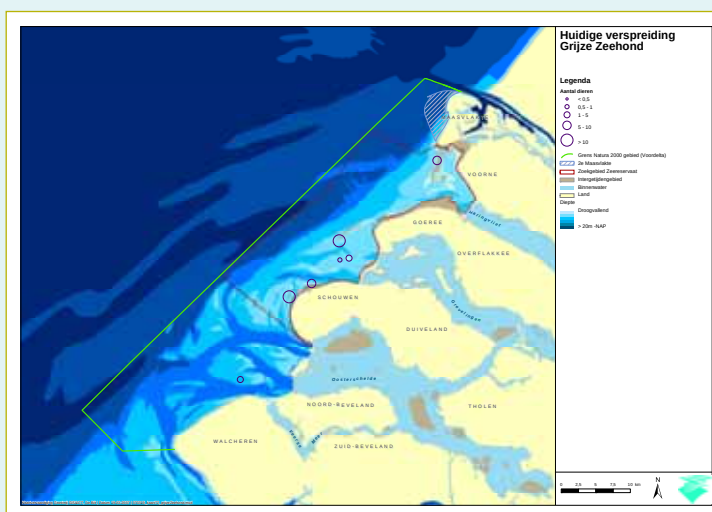
In tegenstelling tot de Gewone Zeehonden, zijn de Grijze Zeehonden niet of bijna niet getroffen door het zeehondenvirus.



Figuur 8.3: Maximum aantal Grijze Zeehonden in de periode 1975-2006 in de Voordelta

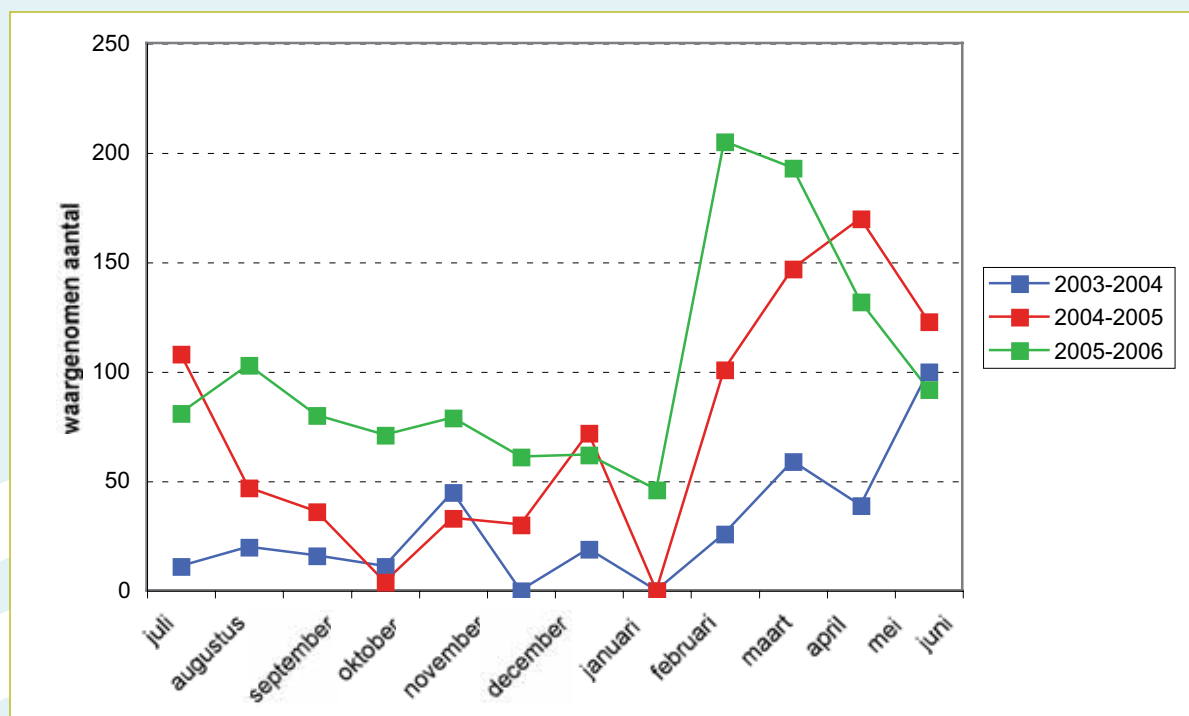
8.3 Samenvatting en implicaties voor het maatregelenpakket

De totale zeehondenpopulatie (Gewone Zeehond en Grijze Zeehond) nam in de afgelopen jaren toe. Daarbij nam het aantal Gewone Zeehonden af (met herstel in het laatste seizoen), en het aantal Grijze Zeehonden toe. Of hiertussen een verband bestaat is niet duidelijk. Gewone Zeehonden maken vooral gebruik van de Hinderplaat, de Bollen van de Ooster, de Verklikkerplaat en de Platen voor het Watergat. De Grijze Zeehond maakt vooral gebruik van de Bollen van de Ooster, maar ook van de Verklikkerplaat. Met name tijdens de zoogtijd zijn zeehonden gevoelig voor verstoring. De werp- en zoogperiode van beide soorten zijn niet gelijk, Grijze Zeehonden werpen in de wintermaanden, Gewone Zeehonden in de zomermaanden. Wanneer voor de zeehonden rustgebieden worden ingesteld om te werpen en te zogen, moet een verstoringafstand van 1200m worden gehanteerd en



Kaart 8.4: Verspreiding van de Grijze Zeehonden binnen de Voordelta 2003/2004

het rustgebied gesloten zijn gedurende de wintermaanden voor de Grijze Zeehond en gedurende de zomermaanden voor de Gewone Zeehond.



Figuur 8.4: Aantal waargenomen Grijze Zeehonden per maand.



Kitesurfing © CSO Bunnik



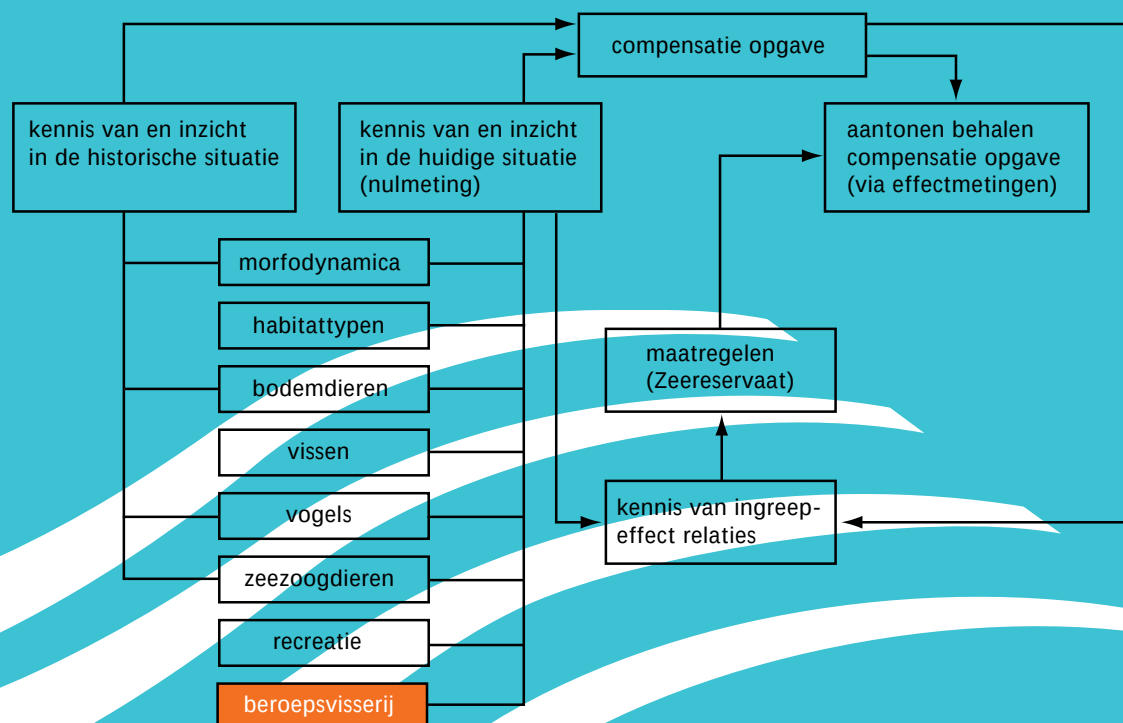
9 Recreatie: huidige vormen en intensiteit

Om een goed maatregelenpakket ter compensatie voor de effecten van de aanleg van de maasvlakte te kunnen samenstellen, moeten ook de gebruiksfuncties in kaart zijn gebracht. In dit hoofdstuk komt daarom de recreatie aan de orde, in het volgende hoofdstuk het gebruik door visserij.

De Voordelta vormt in toeristisch recreatief opzicht een belangrijk onderdeel van de Delta, en levert een aanzienlijke bijdrage aan de unieke positie van de regio in het Nederlands toeristisch product.

De informatie in dit hoofdstuk is (tenzij anders vermeld) gebaseerd op het volgende basisdocument:

- Nulmeting gebruiksfuncties Voordelta: eindrapportage, van CSO (2006).





9.1 Inventarisatie van het huidige gebruik

De nulmeting voor de recreatieve gebruiksfunctie moet een duidelijk beeld schetsen van waar en wanneer in het toekomstige Zeereservaat en twee aangrenzende referentiegebieden recreatie plaatsvindt, en ook in welke vorm en hoe intensief. De volgende parameters zijn bij de nulmeting gemeten:

- surfen
- recreatievaart
- gemotoriseerde waterrecreatie
- klein vliegverkeer en sportvliegen
- duiken
- kanoën en roeien
- plaatbezoek
- sportvisserij

De metingen bestonden uit veldwaarnemingen, die op de volgende drie manieren zijn uitgevoerd:

- inspectie per vliegtuig door CSO Adviesbureau;
- inspectie per vliegtuig door Bureau Waardenburg;
- inspectie vanaf land door CSO Adviesbureau.

De verkregen informatie uit de inventarisatie van bestaande informatie en de aanvullende veldwaarnemingen zijn verwerkt en geanalyseerd. Indien naast veldwaarnemingen ook informatie uit voorgaand onderzoek beschikbaar was, zijn de resultaten van de veldwaarnemingen hiermee gecombineerd. In de analyse zijn de uitkomsten van de verschillende opnamedagen en van de verschillende meetmethoden met elkaar gecombineerd.

Om meer informatie te achterhalen over de activiteiten van sportvisserij (met name gericht op de bootjesvisserij en de opstapvisserij) en de aanwezigheid van staand water in de Voordelta is de Federatie van Hengelsportverenigingen Zuidwest Nederland benaderd met een vragenlijst. De resultaten van de vragenlijsten zijn samen met de veldwaarnemingen verwerkt. De resultaten zijn beschreven in de rapportage van CSO (2006) en worden in dit hoofdstuk samengevat weergegeven.

9.2 Overzicht recreatie Voordelta

9.2.1 Surfen

Vormen van surfen

De Voordelta behoort tot de grootste en populairste surfgebieden van Europa en wordt dan ook zeer intensief door surfers gebruikt. Surfen gebeurt vrijwel het hele jaar. Alleen in januari en februari is de surfactiviteit laag of afwezig.

Er zijn drie vormen van surfen

- kitesurfen;
- windsurfen (of plankzeilen);
- golfsurfen (of brandingsurfen).

Kaart 9.1 geeft de verspreiding van de diverse vormen van surfen bij de Brouwersdam weer.

Uit een vergelijking van de recreatietellingen van 1991, 1994, 2000 en 2003 blijkt, dat er sprake is van een afnemende belangstelling voor het windsurfen. Deze afname kan deels worden toegeschreven aan een daling van de populariteit van de sport ten gunste van het kitesurfen. Kitesurfen is pas sinds omstreeks 2002 actief in Nederland beoefend.

Van het totale aantal waarnemingen van surfers is circa 69% kitesurfer, 28% windsurfer en 3% golfsurfer. Voor alle drie de vormen van surfen geldt, dat de condities waaronder surfers in het gebied actief zijn afhangen van de volgende zaken:

- beschikbare vrije tijd. In het weekend en in vakanties is er meer activiteit dan door de week buiten de vakanties;
- weerscondities (windsnelheid, windrichting, golfcondities). Deze zijn vooral belangrijk voor kitesurfen en windsurfen. Kitesurfen kan worden beoefend vanaf windkracht 3 Bft, windsurfen vanaf windkracht 4 à 5 Bft. In de winterperiode is het aantal surfers beperkt; alleen bij voldoende windkracht is er activiteit. Voor het golfsurfen zijn de golfcondities (getij en deining) belangrijk;
- bereikbaarheid van het strand.
- openstelling van een locatie voor surfers. Over het algemeen geldt, dat er wordt gesurft in gebieden waar surfen is toegestaan. Tijdens de



nulmetingen zijn enkele keren surfers op andere locaties waargenomen. Dat komt ook doordat er soms omstandigheden zijn waaronder het lastig is om binnen de grenzen van het voor surfen aangewezen gebied te blijven (bijvoorbeeld windrichting);

- lokale situatie. Oostvoorne is vanwege het ondiepe water en de situatie in de inham een gunstige locatie voor beginnende kitesurfers.

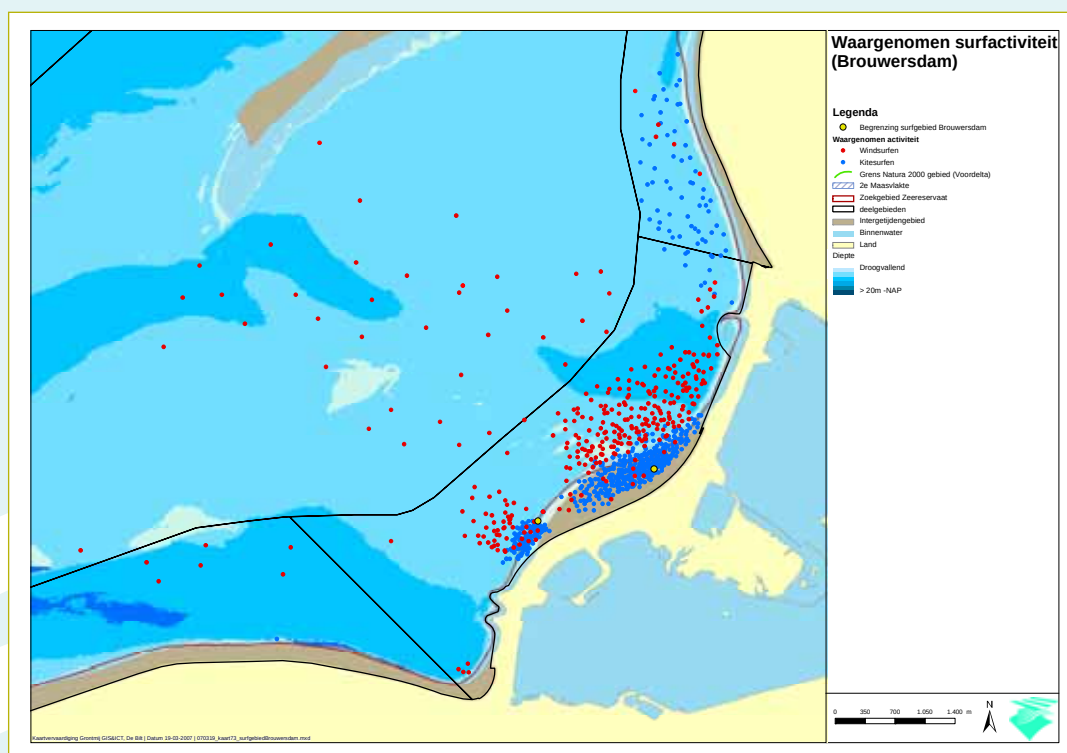
Kitesurfen

Kitesurfen is een vorm van surfen waarbij de surfer op een kleine surfplank staat en zich voort laat trekken door een kite (of vlieger). Kitesurfen is een concurrent geworden van het windsurfen, omdat er extreme sprongen mee mogelijk zijn en omdat er

minder wind nodig is om deze vorm van watersport te beoefenen.

Kitesurfen is niet op alle stranden in het onderzoeksgebied toegestaan. Er zijn restricties bij Badstrand Rockanje en op Walcheren. Bij de Brouwersdam, het Flauwe Werk en Schouwen zijn zones ingesteld waar kitesurfen is toegestaan (zie kaart 9.2).

Uit de waarnemingen komen drie oevergebieden naar voren waar veel kitesurfers actief zijn: de Brouwersdam (veruit de meeste activiteit), Oostvoorne en de Maasvlakte. Daarnaast wordt gekitesurft in het oevergebied Kwade Hoek nabij het Flauwe werk en de kop van Goeree bij de Bollen van de Ooster. Het merendeel van de kitesurfers blijft dicht onder de kust (< 1 km).



Kaart 9.1: Begrenzing surfgebied en waargenomen activiteiten bij Brouwersdam

Windsurfen

Windsurfen wordt beoefend met behulp van een surfplank waarop een zeil is gemonteerd. Er wordt een giek gebruikt om het zeil te controleren en er zit een vin onder de surfplank. In vergelijking met het golfsurfen gaat het bij deze vorm van surfen minder om golven, maar moet er wel voldoende wind staan om deze sport te kunnen uitoefenen. Vanaf windkracht 4 à 5 Bft is het goed windsurfen. Windsurfers hebben een grotere actieradius dan kitesurfers en golfsurfers. Bij de Brouwersdam omvat de maximale actieradius de volledige ‘inham’ tussen de kop van Goeree en de kop van Schouwen.

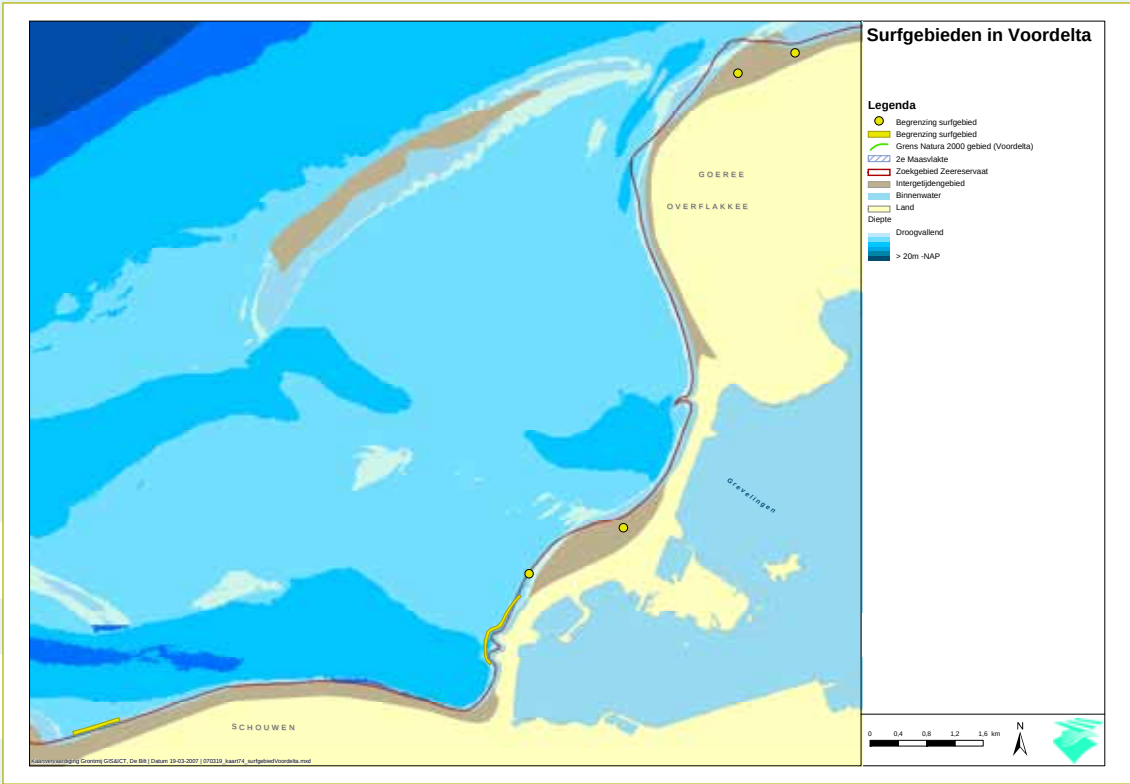
Golfsurfen

Bij golfsurfen wordt gebruik gemaakt van de golfslag van de zee. Een golfsurfer gebruikt de voorzijde van de golf om zijn plank voldoende vaart te geven om staand op de plank met de golf mee te kunnen ‘rijden’. De actieradius van golfsurfers is gering en



Kitesurfing op Neeltje Jans © Joost Bergsma

beperkt zich in principe tot de zone vanaf de waterlijn tot net achter de branding. Dit is, afhankelijk van de plaats en van de omstandigheden, tot maximaal enkele honderden meters vanaf de waterlijn. Bij opkomend water is de branding hoger, dan zijn de surfers dus het meest actief. Uit waarnemingen vanaf land komen drie locaties naar voren waar



Kaart 9.2: Begrenzing kitesurfgebieden in Voordelta

Tabel 9.1: Overzicht surfactiviteiten in de Voordelta

recreatievorm	intensiteit	trend	periode	locaties	actieradius
kitesurfen	hoog	toename	jaarrond (harde wind, mooi weer)	Oostvoorne, MV II (slufter), Goedereede, Brouwersdam	meestal < 1 km
windsurfen	hoog	afname ten koste van kitesurfen	jaarrond, maar winter minder	Goeree, Brouwersdam, Slufter	tot 6 km
golfsurfen	beperkt	onbekend		Maasvlakte, Goeree, Domburg	circa 300 m, tot net achter de branding

golfsurfers actief zijn: de Maasvlakte (slag Dobbelsteen), Goeree en Domburg. Het aantal golfsurfers is, in vergelijking tot kitesurfers en windsurfers, beperkt.

Samenvatting surfactiviteiten

Tabel 9.1 geeft een overzicht van de intensiteit en trend van de drie vormen van surfen die in de Voordelta worden beoefend. Daarnaast wordt ook de periode van surfen, de locaties en de actieradius weergegeven.

9.2.2 Recreatievaart

Recreatievaart in de Voordelta bestaat voornamelijk uit zeiljachten. De piek van de recreatievaart treedt op in de periode van juni tot en met september. In het noordelijke deel van de Voordelta is de scheepvaart intensiever dan in het zuidelijke deel. In de zomermaanden passeren maandelijks ongeveer 4000 schepen de Goereese Sluis (vooral zeiljachten). In het winterseizoen bestaat de recreatievaart uit sportvisvaartuigen. De scheepvaart vindt vooral buiten de 3 mijlszone plaats en in de vaargeulen. Ook bij de Slufter en rond de Hinderplaat is de

recreatievaart intensief. In de ondiepe gebieden voor de kust van Schouwen en Goeree en in het gebied tussen de Bollen van de Ooster en de Brouwersdam wordt nauwelijks gevaren. Kaart 9.3 geeft een beeld van waargenomen recreatievaart, en tabel 9.2 geeft een overzicht van de intensiteit, periode, locatie en actieradius van de recreatievaart.

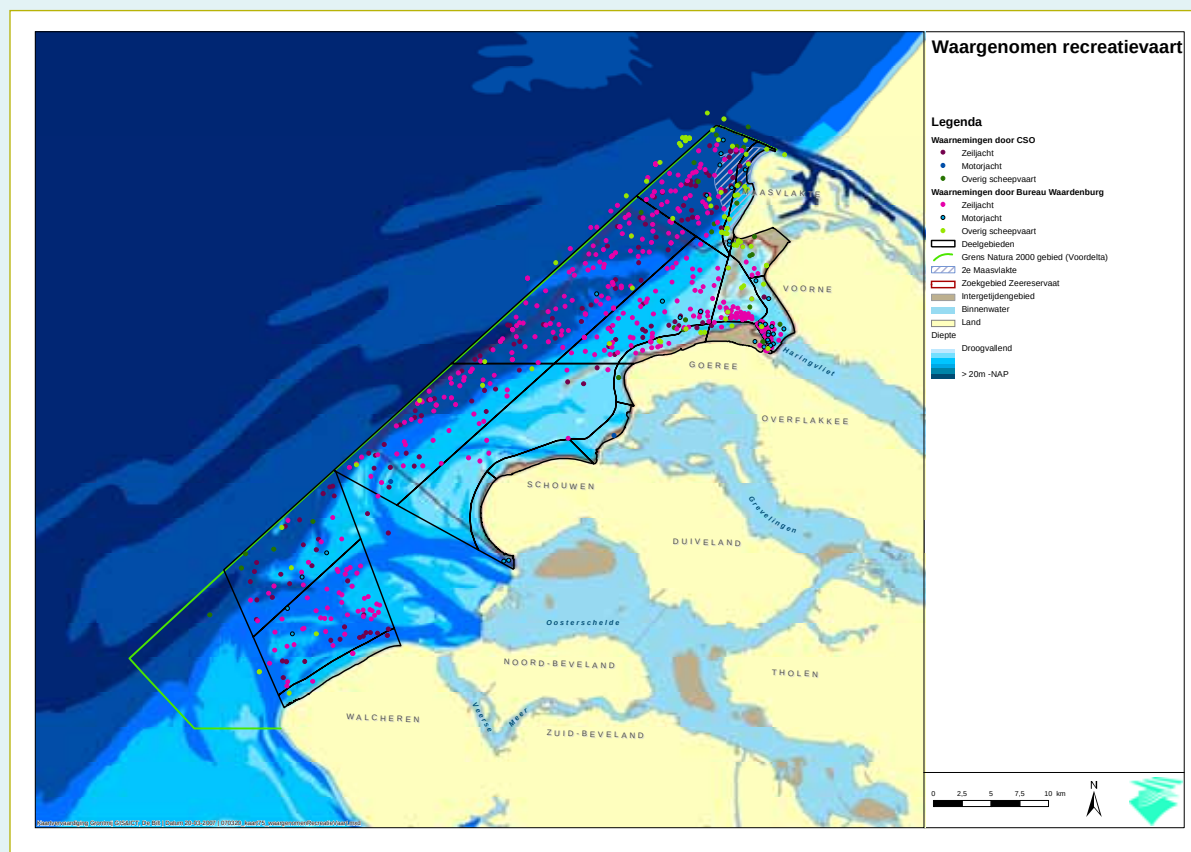
9.2.3 Gemotoriseerde waterrecreatie

Onder de gemotoriseerde waterrecreatie vallen de kleine gemotoriseerde vaartuigen, zoals speedboten, waterskiën en jetski's. Het is verboden om met een motorboot of jetski vanaf het strand in zee te gaan en te varen. Dit is alleen toegestaan (met uitzondering van jetski's) bij trailerhellingen. In de Voordelta zijn vier locaties met trailerhellingen: de Maasvlakte (Europoort, blokkendam), Stellendam (Deltahaven buiten voor naar zee), Brouwersdam (Springersdiep) en Neeltje Jans (Oosterschelde). Snelle motorvaart (sneller dan 9 km/uur) is, met uitzondering van enkele locaties, toegestaan in het hele onderzoeksgebied.

Vanaf de trailerhelling in de vluchthaven Springersdiep (in de noordhoek van de Brouwersdam) varen

Tabel 9.2: Overzicht recreatievaart in de Voordelta

recreatievorm	intensiteit	periode	locaties	actieradius
recreatievaart met name zeilen	maandelijks 4000 schepen	juni-sept	buiten 3 mijlszone in vaargeulen, Slufter, Hinderplaat	buiten 3 mijlszone



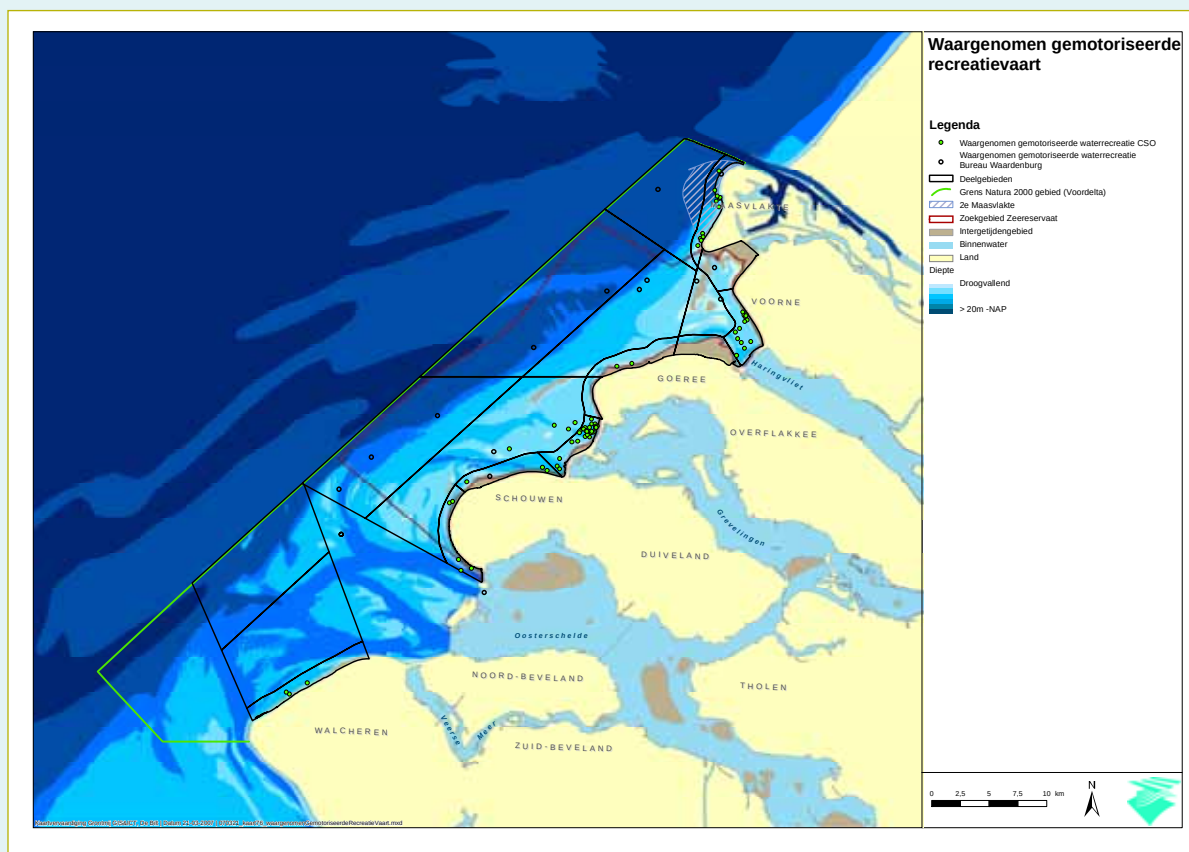
Kaart 9.3: Waargenomen recreatievaart

kleine motorboten richting de zandplaat Bollen van de Ooster (onder meer om zeehonden te bekijken die op de zuidwestpunt van de zandplaat rusten). Er zijn bestuurders die zich buiten de toegewezen zones begeven en bijvoorbeeld aanlanden op het strand ten noorden van de blokkendam. Dat levert onveilige situaties op voor de badgasten. Hiertegen wordt niet opgetreden (mondelinge mededeling medewerker vuurtorenpost te Ouddorp). Het merendeel van de gemotoriseerde waterrecreatie bestaat uit speedboten. Een deel hiervan zijn boten van de reddingsbrigade, die een post heeft op het Slufterstrand en het strand bij Rockanje. Tijdens de nulmetingen werden alleen activiteiten geregistreerd in de maanden mei tot en met begin

oktober. Over het algemeen geldt, dat de gemotoriseerde waterrecreatie voorkomt in de buurt van de kust (kaart 9.4). De activiteiten concentreren zich bij Maasvlakte/Slufter, Rockanje en de Brouwersdam.

9.2.4 Klein vliegverkeer en sportvliegen

Het luchtruim tot 1000 meter boven de Voordelta wordt – uitzonderingen daargelaten – niet gebruikt door de grote luchtvaart. Het gebied wordt wel gebruikt voor klein vliegverkeer, helikoptervluchten en zeilvliegen (deltavliegers en ultralightvliegers). De luchtvaartactiviteiten in de Voordelta worden niet structureel bijgehouden. Vliegvelden in de



Kaart 9.4: Locaties waargenomen gemotoriseerde waterrecreatie

regio houden in beperkte mate gegevens bij over vluchten in de directe omgeving. Volgens de Luchtverkeersleiding Nederland vliegt klein luchtverkeer op zicht. Vliegverkeer onder de 1000m is vrij, maar er moet wel rekening worden gehouden met hoge obstakels (torens) en vogelrustgebieden, die staan aangegeven op luchtvaartkaarten. Boven de Voordelta gelden er geen bijzondere omstandigheden. Buiten de Voordelta, bij de Oosterschelde en het Grevelingenmeer, staan op de luchtvaartkaarten enkele vogelbroedplaatsen vermeld, waar sportvliegers niet, of op grotere hoogte, overheen mogen vliegen. Het gebied boven de Voordelta wordt door de luchtverkeersleiding alleen gecontroleerd voor verkeer boven 1 km hoogte.

Er vliegen bijna alleen kleine eenmotorige vliegtuigen in het onderzoeksgebied, en dan nog voornamelijk in de buurt van Oostvoorne. Ze zijn tijdens de nulmetingen regelmatig langs de kust waargenomen. De activiteiten concentreren zich in de zomerperiode (2e en 3de kwartaal). Het totale aantal is laag.

De overige vormen van luchtvaartactiviteiten zijn gedurende de meetperiode niet waargenomen. Er wordt verondersteld dat de activiteit in het onderzoeksgebied nagenoeg afwezig is.

Zeilvliegen en ultralichtvliegen

Zeilvliegen (deltavliegen en paravliegen) is afhankelijk van thermiek (de omhoog gerichte luchtstro-

Tabel 9.3: Overzicht van klein vliegverkeer in de Voordelta

recreatievorm	intensiteit	trend	periode	locaties	actieradius
sportvliegen, parapenten, deltavliegen etc.	laag	stabiel	april-okt.	(Oost)voorne, MV II	oevergebieden; onder 1000m is vrij, daarboven wordt pas gecontroleerd in de Voordelta.



Parapenter © CSO Bunnik

ming langs duinen en dijken) om in de lucht te kunnen blijven. Uit tellingen van de Provincie Zeeland (2003) blijkt, dat de meeste deltavliegers zich in het oevergebied voor de Maasvlakte bevinden. Zij telden in 2003 over 16 teldagen in de periode mei tot en met september 32 deltavliegers, waarvan 21 in het oevergebied voor de Maasvlakte, 9 in het oevergebied voor Voorne, 1 in het oevergebied Noordkust Walcheren/Noord-Beveland en 1 in het oevergebied Schouwen. Naast het zeilvliegen is (was) er ook sprake van ultralightvliegen. Ultralightvliegen is vliegen met

een heel licht luchtvaartuig waar één of twee mensen in kunnen. Volgens de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart (KNVvL) zijn er geen vliegvelden voor ultralightvliegen in het onderzoeksgebied. Stichting Rijnmond Ultralight (SRU) heeft haar vliegveld op de Maasvlakte in mei 2002 moeten ontruimen in verband met de aanleg van een containerterminal (Arcadis 2002 en Expertisecentrum PMR 2001). Daarom is geen verdere informatie achterhaald over ultralightvliegen. Tabel 9.3 geeft een overzicht van de intensiteit, periode, locatie en actieradius van het kleine vliegverkeer

9.2.5 Duiken

Informatie die voorhanden is over duiken in Zeeland heeft betrekking op duiken in de binnenwateren. Van de lijst met duiklocaties in Zeeland van de Nederlandse Onderwatersportbond bevinden zich slechts vier van de 115 locaties in de Voordelta. Drie van die vier locaties liggen in het onderzoeksgebied:

- Spuisluis (buitenzijde Brouwersdam zuid);
- trailerhelling blokkendam (buitenzijde Brouwersdam noord);
- Duitse landingsboot (voor de kust van Schouwen).

Toch wordt er wel degelijk gedoken in het zeege-

Tabel 9.4: Overzicht van duiken in de Voordelta

recreatievorm	intensiteit	trend	periode	locaties	actieradius
duiken	laag ca 700.000 duiken per jaar door 30.000 duikers	toename	jaarrond maar vooral in voor- en najaar	vanaf boten (en vanaf strand); vnl. Schouwen Duiveland	binnenwateren, m.n. bij wrakken

bied, hoofdzakelijk bij wrakken. Het duiken gebeurt vanaf boten. Een voorbeeld van een duiklocatie in de Voordelta is het wrak van de Deense Kursk, voor de kust van Goeree. Naast de sport van het duiken, gaat het bij duiken bij wrakken ook om het illegaal bergen van de lading van de schepen. Duiken vindt het hele jaar door plaats, hoewel er iets minder wordt gedoken in de winter vanwege de kou en in de zomer door het troebele water. Pieken liggen in het voor- en najaar; waarbij de windkracht wel minder dan 4 Bft moet zijn (Arcadis, 2002). Uit informatie van duikverenigingen blijkt, dat maar weinig leden in het onderzoeksgebied duiken, o.a. vanwege slecht zicht. Volgens de Groenservice Zuid-Holland en de gemeente Schouwen-Duiveland neemt de populariteit van de duiksport toe. Er zijn momenteel vele duiklocaties, vooral in de gemeente Schouwen-Duiveland. Het duiken vindt vooral plaats in de binnenwateren: het Grevelingenmeer en de Oosterschelde. Wanneer er in zee wordt gedoken gebeurt dat niet vanaf het strand, maar wel vanaf boten. In Mentink (2005) worden aantallen duikers genoemd: 30.000 sportduikers in de Zeeuwse wateren, die per jaar circa 700.000 maal duiken (vooral in voor- en najaar). Het rapport verwacht dat deze aantallen zullen groeien. De gemeenten Westvoorne, Hellevoetsluis, Goedereede en Noord-Beveland hebben aangegeven dat er bij hen weinig bekend is over de duiksport. Tabel 9.4 geeft een overzicht van de intensiteit, trend., periode, locatie en actieradius van het duiken

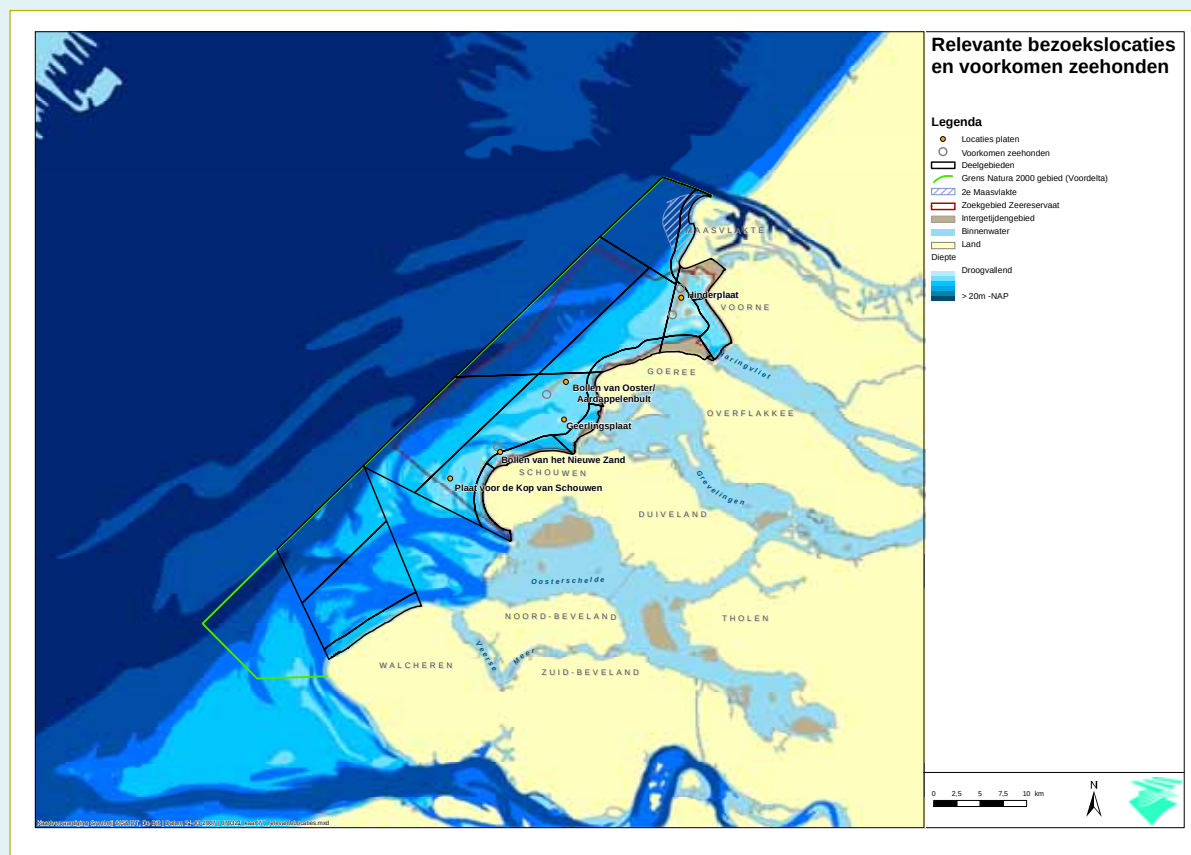
9.2.6 Kanoën en roeien

In de Voordelta vindt zeekanoën plaats. Kanoërs kunnen alleen of in groepsverband het water op,

maar de tochten worden nagenoeg alleen in groepen ondernomen. Er zijn een paar lokale verenigingen van zeekanoërs die met 3 tot 15 personengaan varen. Er komen echter ook kanoërs uit andere delen van Nederland (en België) naar het gebied. De zandplaat Bollen van de Ooster is een bekend excursiepunt. Sommige tochten gaan om de zandplaat heen (mondelinge mededeling medewerker vuurtorenpost te Ouddorp). De Toeristische Kano Bond Nederland (TKBN) is een landelijke organisatie voor alle vormen van kanoën en kajakken. TKBN organiseert gemiddeld één keer per maand in de Voordelta. dagtochten in het kader van een opleidingstraject voor zeekajakvaren. De grote zandplaten in de Voordelta beschermen het achterliggende gebied, waardoor het gebied bij uitstek geschikt is voor de beginnende zeekajakvaarder. In Nederland zijn weinig andere mogelijkheden om zeekajakken te leren op zout getijdewater. De groepsgrootte is gemiddeld tien tot twaalf personen inclusief de leiding. Tijdens de tochten wordt er soms gepauzeerd op een van de zandplaten, zoals de Hinderplaat en de Bollen van de Ooster. Naast TKBN zijn nog andere organisaties actief zoals Peddelpraat en de Nederlandse Kano Bond (NKB), maar die zijn minder actief in de Voordelta (schriftelijke mededeling instructeur TKBN). Tijdens de nulmetingen zijn gedurende twee van de meetdagen zeekano's waargenomen. Daarnaast is er door de medewerkers van de verkeerspost vanuit de vuurtorenpost te Ouddorp eenmaal een roeibootesignaleerd die vanaf het strand bij de vuurtoren naar de zandplaat voor de kop van Goeree is gevaren. Ook in de Recreatietellingen (Provincie Zeeland) wordt in de telling van 2000 één roeiboot vermeld. De intensiteit van deze activiteit lijkt dus zeer gering, zie tabel 9.5.

Tabel 9.5: Overzicht van kanoën en roeien in de Voordelta

recreatievorm	intensiteit	trend	periode	locaties	actieradius
kanoën met plaatbezoek	laag maandelijks een groepstocht/ excursie	toename	jaarrond Hinderplaat	Brouwersdam Bollen van de Ooster	tot 6 km uit de kust



Kaart 9.5: Ligging relevante locaties plaatsbezoek en locaties waar zeehonden voorkomen (bron: Provincie Zeeland, 2004)

9.2.7 Plaatbezoek

Hieronder vallen de recreatieve activiteiten die plaatsvinden op platen die bij laag water zijn drooggevallen (zie kaart 9.5).

Voor de kust van Walcheren liggen geen zandplaten die voor plaatbezoek relevant zijn. Er zijn geen recreatieve activiteiten die zich specifiek op de zandbanken en platen richten. De platen worden bezocht door sportvisser, gemotoriseerde waterrecreatie en zeekanoërs die er sporadisch hun vaartuig aanleggen. Uit de recreatietellingen (Provincie Zeeland) blijkt, dat op alle platen recreatieve activiteit is waargenomen. Het aantal waargenomen recreanten in 1994, 2000 en 2003 was ongeveer

even groot (gemiddeld vijf per jaar). In 2003 zijn meer recreatieve activiteiten op de platen waargenomen dan voorheen, maar er waren niet meer recreanten dan andere jaren, wel meer vaartuigen. Tijdens de nulmetingen is deze vorm van waterrecreatie geen enkele keer waargenomen. In het rapport van Arcadis (2002) wordt geopperd dat er een mogelijk verband bestaat tussen het aantal plaatbezoekers en de aanwezigheid van zeehonden. Uit de cijfers blijkt geen directe relatie. Van de zeehonden is bekend dat zij voornamelijk op de uiterste zuidwestpunt van de plaat Bollen van de Ooster liggen (waar meer vis kan worden gevangen).



Sportvisboot op trailerhelling Neeltje Jans © Joost Bergsma

9.2.8 Sportvisserij

Zeesportvisserij is een activiteit die het gehele jaar kan plaatsvinden (LEI, 2004 en Arcadis, 2002). In de zomermaanden is een piek te verwachten, omdat verblijfrecreanten in die periode in het gebied actief zijn. Echter sommige vissoorten (kabeljauw en wijting) worden juist in de wintermaanden gevangen. Er bestaan drie vormen van zeesportvissen: kust- of oevervisserij, bootjesvisserij, en opstap- of schepenvisserij.

Onder kust- of oevervisserij wordt verstaan het zeevissen vanaf de kant. Dit kan zijn vanaf het strand of vanaf harde constructies als zeedijken, golfbrekers of havenhoofden. Het is de meest toegankelijke vorm van zeesportvisserij, omdat er geen hoge eisen aan het materiaal worden gesteld en omdat vanaf veel plaatsen langs de kust gevist kan worden zoals de blokkenhelling bij de Maasvlakte (Slag Dobbelsteen), de Haringvlietdam, het havenhoofd bij Stellendam en de Brouwersdam Zuid (bij

de blokken uitsteeksels aan weerszijden van de duiker naar het Grevelingenmeer). Veruit de meeste activiteit is te vinden bij de Brouwersdam zuid. De kustvisserij is kleinschalig. Gemiddeld staan er 23 sportvissers aan de Brouwersdam zuid te vissen.

-Op de andere locaties staan er gemiddeld 3. Bij bootjesvisserij wordt gebruik gemaakt van een kleine boot, waar vanuit wordt gevist. In totaal zijn gedurende alle meetdagen 42 sportvisbootjes waargenomen. Het overgrote deel van de bootjesvissers maakt gebruik van een trailerhelling of van een tractor om de kleine boot vanaf het strand of de dijk in het water te laten. In de Voordelta zijn vier trailerhellingen: bij de Maasvlakte (Europoort, blokkendam), Stellendam (Deltahaven buiten voor naar zee), Brouwersdam (Springersdiep) en Neeltje Jans (Oosterschelde). De bootjesvissers verspreiden zich over de hele Voordelta en vissen voornamelijk bij wrakken en op afstanden uit de kust die kunnen oplopen tot enkele tientallen zeemijlen.

De derde variant van zeesportvisserij wordt gevormd door de (opstap-)schepen. Mensen kunnen tegen betaling met een charterschip mee om te gaan vissen op zee. De charterschepen zijn afkomstig uit verschillende havens in en nabij de Voordelta. De charterboten liggen over het algemeen niet dicht onder de kust, maar meren meestal af bij wrakken (kabeljauwvissen). Indien nodig, wordt er voor het bereiken van een goede visstek tot circa 20 mijl uit de kust gevaren. In Nederland zijn een 170-tal sportvisserijschepen, waarop sportvissers tegen betaling een dag op zee te vissen. Deze vorm van zeesportvisserij is gedurende de meetdagen geen enkele maal waargenomen (Seegers et al., 2006)

Voor het sportvissen in zee- en kustwateren is geen vergunning of akte nodig. Dit wordt als hoofdoor-

Tabel 9.6: Overzicht van sportvisserij in de Voordelta

recreatievorm	intensiteit	trend	periode	locaties	actieradius
sportvissen (oever, boot en charter)	laag, alleen Brouwersdam een stuk hoger.	toename	hele jaar, piek in de zomer	vanuit Roompotsluizen verspreiding over Voordelta, Stellendam, Brouwersdam	bij wrakken; tientallen mijlen uit de kust





zaak genoemd van het gegeven dat slechts 4% van de zeesportvisser is aangesloten bij een zeehengelsportvereniging.

9.3 Ontwikkelingen recreatie op het water

Uit de geïnventariseerde gegevens blijkt, dat er grofweg twee regio's zijn die van belang zijn voor de actieve watersportrecreatie: omgeving Hellevoetsluis en omgeving Brouwersdam en het noordelijk deel van Schouwen.

Omgeving Hellevoetsluis

In de rapportage Visie op de Watersport Hellevoetsluis, Van kwantiteit naar kwaliteit (Werkgroep Visie Watersport, 2004) zijn de plannen van de gemeente Hellevoetsluis voor watersport nader uitgewerkt. Hieruit blijkt, dat de gemeente wil uitgroeien tot een aantrekkelijke watersportstad. Om dit te bereiken wil men de stad meer promoten en de voorzieningen voor recreanten vooral kwalitatief verbeteren. In het rapport beschrijft het beeld dat Hellevoetsluis nastreeft tot 2013. Men beoogt de naamsbekendheid van Hellevoetsluis als watersportstad, het horeca-aanbod en voorzieningen voor toeristen verbeteren. Dit moet leiden tot een stijging met 35% van de werkgelegenheid in de watersportbranche. In de gehele sector van recreatie en toerisme wordt een stijging van de werkgelegenheid met 55% nagestreefd. Uit het gesprek met de gemeente blijkt, dat Hellevoetsluis onder meer als tussenstop voor zeezeilers fungeert. De zeezeilers trekken door naar het noorden, richting Denemarken, of naar het zuiden richting België en Frankrijk. Er lopen dus belangrijke doorgaande routes door de Voordelta via de gemeente Hellevoetsluis (Werkgroep Visie Watersport, 2004).

De omgeving van de Brouwersdam en het noordelijk deel van Schouwen.

Bij de Brouwersdam vindt momenteel surfen, kitesurfen en gemotoriseerde watersport plaats. Jetski's

mogen alleen bij de trailerhelling in zee gaan. Tevens is bij de Brouwersdam een outdoorcentrum voor o.a. kajakken en kitesurfen aanwezig. Uit informatie van de gemeenten Schouwen-Duiveland en Goedereede blijkt, dat de Brouwersdam zich steeds meer ontwikkelt tot een internationale plek voor surfen en kitesurfen. Het kajakken is erg in opkomst en komt verspreid over de hele Voordelta gedurende het hele jaar voor. De kajaks gaan vooral bij de Brouwersdam te water. De provincie Zuid-Holland heeft de Brouwersdam tot speerpunt van recreatie verklaard in de Agenda Vrije tijd 2006-2010 (Provincie Zuid-Holland, 2005). Op de Brouwersdam wordt 10% meer bezoek nagestreefd, onder meer door ontwikkeling van een sportief strand- en watersportcentrum. In het rapport Kustsegmentatie Zuid-Hollandse badplaatsen en kustregio's Provincie Zuid-Holland (ZHBT Toeristisch Advies b.v., 2004) wordt de ontwikkeling van een zeejachthaven (of sluis in de Brouwersdam ter ontsluiting van Marina Port Zélande) als noodzakelijke verbetering genoemd. Het is niet duidelijk waar deze doorgang precies zou moeten worden gerealiseerd. Indien er een doorgang of botenlift gerealiseerd zal worden, dan zal dit waarschijnlijk pas op zeer lange termijn plaatsvinden. De noordkant van het eiland Schouwen-Duiveland, in de omgeving van de Brouwersdam, wordt volgens de gemeente Schouwen-Duiveland intensief ingericht met voorzieningen voor actieve recreatie. Uit gesprekken met gemeenteambtenaren blijkt dat de gemeente de ambitie heeft om de voorzieningen in de gehele Kop van Schouwen uit te breiden. De gemeente Schouwen-Duiveland wil de watersport in het omliggende water promoten, bijvoorbeeld door het organiseren van evenementen als wedstrijden. Daarbij richt de gemeente zich vooral op de Voordelta.





9.4 Samenvatting en implicaties voor het maatregelenpakket

De activiteiten met betrekking tot de waterrecreatie (diverse vormen van surfen, recreatievaart, kanoën en roeien, duiken en sportvisserij) vinden het gehele jaar door plaats met een piek in de maanden mei tot en met oktober. Bereikbaarheid is een belangrijke voorwaarde voor waterrecreatie. Over het algemeen geldt, dat de activiteiten zich concentreren in de nabijheid van de kust (tot ongeveer 1 km uit de kust). De meest intensieve vorm van waterrecreatie is surfen.

Uit de waarnemingen komen een aantal oevergebieden naar voren waar surfers voornamelijk actief zijn: Brouwersdam, Oostvoorne, Maasvlakte/Slufter en de Kop van Goeree. Veruit de meeste surfactiviteiten vinden plaats bij de Brouwersdam. Binnen het surfen wordt kitesurfen het meest beoefend, gevolgd door windsurfen. Naast surfen is gemotoriseerde waterrecreatie waargenomen in de maanden mei tot en met oktober. Het merendeel van de gemotoriseerde waterrecreatie bestaat uit speedboten. Zeilen, duiken, kanoën en roeien zijn enkele keren (1 à 2) gedurende de meetperiode waargenomen. Van plaatbezoek zijn geen waarnemingen gedurende de meetdagen geregistreerd.

De provincies Zuid-Holland en Zeeland willen de ontwikkeling van watersport bevorderen. De Brouwersdam is als speerpunt van waterrecreatie aangewezen. Gemeenten reguleren de recreatieactiviteiten via gemeentelijke verordeningen. Een aantal gemeenten heeft een zonering van strandactiviteiten ingevoerd (Goedereede, Schouwen-Duiveland en Veere).

De overige scheepvaart in de Voordelta bestaat voornamelijk uit recreatievaart (voornamelijk zeiljachten, enkele motorjachten), beroepsvaart en in mindere mate de kustgebonden vaart. De piek van de recreatievaart treedt op in de periode juni tot en met september. In het noordelijke deel van de Voordelta is de scheepvaart intensiever dan in het zuidelijke deel. In de zomermaanden passeren maandelijks ongeveer 4000 schepen de Goereese Sluis. De scheepvaart vindt vooral buiten de

3 mijlszone plaats en in de vaargeulen. Ook bij de Slufter en rond de Hinderplaat is de recreatievaart intensief. De ondiepe gebieden voor de kust van Schouwen en Goeree en in het gebied tussen de Bollen van de Ooster en de Brouwersdam wordt nauwelijks gevaren.

De luchtvaartactiviteiten in het onderzoeksgebied bestaan uit vluchten met kleine eenmotorige vliegtuigen, die voornamelijk in de buurt van Oostvoorne zijn gesignaleerd. Het totale aantal is echter gering. Overige vormen van luchtvaartactiviteiten zijn tijdens de meetperiode niet waargenomen. Tot 1000 meter hoogte is vliegen vrij met inachtneming van bebouwing aan de kust en verstoring vogels, boven die hoogte wordt gecontroleerd.

Onder gelijke (weers-)condities kunnen de resultaten van metingen en de resultaten van de effectmetingen met elkaar worden vergeleken. Absolute intensiteiten van alle recreatie parameters zijn moeilijk over meerdere meetjaren te vergelijken. Als een grotere intensiteit van een bepaalde vorm van recreatie wordt gemeten, betekent dat niet automatisch dat de activiteit van die recreatievorm is toegenomen. Een parameter als waterrecreatie is daarvoor veel te sterk afhankelijk van de weerscondities.

Voor het maatregelenpakket is duidelijk geworden dat de Voordelta intensief door recreatie wordt gebruikt. Om rust voor vogels en zeehonden te creëren zal het instellen van rustgebieden noodzakelijk zijn.



Zeiljacht © CSO Bunnik





Boomkorvisserij © Zeeland Air / Bureau Waardenburg



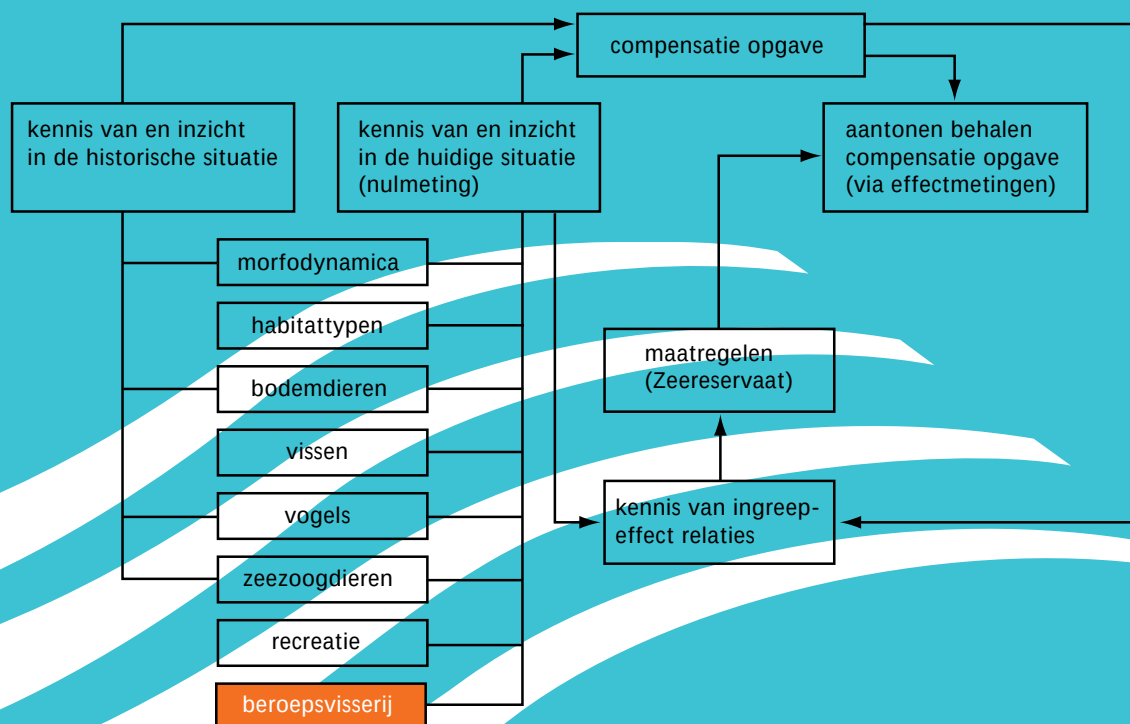
10 Beroepsvisserij: huidige vormen en intensiteit

In de Voordelta wordt door beroepsvisserij gevestigd op garnalen, verschillende soorten schelpdieren en op rond- en platvis. Zij gebruiken hierbij zowel bodemberoerend vistuig (diverse soorten korren en borden-trawls) als vast vistuig (staandwant en fuiken). De bodemberoerende visserij is veruit het belangrijkste. Deze vorm van visserij is van grote invloed op het ecosysteem: niet alleen worden vis, schelp- en schaaldieren aan het systeem onttrokken, maar bodemberoerende visserij veroorzaakt ook bodemverstoring en heeft bijvangsten. De bodemberoering kan in conflict raken met het behalen van de compensatiedoelstellingen. Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de soorten visserij en hun invloed op het toekomstig Zeereservaat. Per vorm van visserij wordt het economische belang aangegeven in hoeveelheid schepen, vaardagen, werkgelegenheid, hoeveelheid aanlanding en waarde van de aanlanding. Daarnaast beschrijft het hoofdstuk de schaal van het bevestigd gebied ten opzichte van de Voordelta, de visactiviteit zelf en de bestaande regulering.

In dit rapport krijgt schelpdiervisserij extra aandacht in vergelijking met andere visserij omdat schelpdiervisserij altijd bodemberoerend is. Bovendien dienen schelpdieren als voedsel voor vele vogels en heeft schelpdiervisserij dus grote invloed op de vogelstand in de Voordelta.

De informatie in dit hoofdstuk is (tenzij anders vermeld) gebaseerd op het volgende basisdocument:

- Inpassing Visserijactiviteiten Compensatiegebied MV2 van IMARES (Rijnsdorp et al., 2006)





10.1 Bodemberoerende visserij op schelpdieren

Er zijn vier vormen van schelpdiervisserij in de Voordelta bekend: *Ensis*visserij, kokkelvisserij, *Spisula*visserij en mossel(zaad)visserij. Hiervan is alleen de *Ensis*visserij momenteel actief. In de Voordelta wordt op *Spisula* en Kokkels gevist als ze voldoende voorkomen, dat was de laatste jaren niet het geval (hoofdstuk 5), daarom was er dan ook weinig tot geen activiteit. De mosselzaadvangst is ook minimaal. De zaadval is onregelmatig. Kleine mosselen hebben weinig overlevingskansen door de hoge predatiedruk van zeesterren en omdat er af en toe zeer grote hoeveelheden zoetwaterafvoer zijn. Alleen incidentele zaadval in het oostelijke gedeelte van de Haringvlietmond heeft kans op overleven, al is de kans ook daar beperkt door de onregelmatige grote hoeveelheden zoetwaterafvoer (Kamermans et al., 2003; van Stralen, 2005; Rijnders et al., 2005).

10.1.1 *Ensis*visserij

Ensis (Mesheft) is een relatief nieuwe schelpdier-soort in het Nederlandse gebied. Het *Ensis*bestand is sinds 2001 sterk toegenomen (hoofdstuk 5).

De *Ensis*visserij wordt in Nederland beoefend met vier schepen, waarvan twee schepen overwegend in de Voordelta vissen. Vergunningen voor schelpdiervisserij worden verstrekt door het ministerie LNV. In 2005 hebben vier bedrijven een vergunning ontvangen voor het vissen op *Ensis*. In de vergunning is geen quotum vastgesteld. Schelpdiervisserij (in het algemeen en dus ook *Ensis*visserij) is binnen het studiegebied toegestaan, met uitzondering van de in het Integraal Beleidsplan Voordelta (1993) aangegeven accent natuurgebieden (zie hoofdstuk 2). Om de bedrijfstak te kunnen behouden en om de natuur te ontzien heeft de *Ensis*sector een beheerplan opgesteld, het Visplan *Ensis*visserij 2005, waarin een aantal regels met betrekking tot

de vangst van *Ensis* zijn vastgelegd. De visserij stelt vrij stringente eisen aan de mesheften die opgevist



*Ensis*boot © Joost Bergsma

mogen worden: zij moeten voldoende groot zijn (min 12 cm) en de dichtheid moet voldoende hoog zijn ($> 100/\text{m}^2$). Daarnaast eist de visserij een zandige bodem en er mogen in het gebied geen andere bodemorganismen voorkomen. Wanneer een geschikt visgebied is gevonden, dan kan hier vaak meerdere jaren worden gevist (pers. com. vissers).

Vissers gebruiken bij visserij op mesheften een aangepaste viskor; ze richten zich op één specifieke soort: de Amerikaanse Zwaardschede (*Ensis directus*). Omdat *Ensis* diep in de bodem leeft zijn hierop toegespitste vistuigen ontworpen waarmee tot een diepte van 30 cm in de bodem het sediment wordt uitgezeefd. Door deze grote visdiepte in de bodem is de vissnelheid laag, ca. 300 m/uur. Met water wordt het sediment vloeibaar gemaakt om op die manier zo veel mogelijk sediment door de spijlen van het vistuig kwijt te raken. De mesheften die in de korf achterblijven worden opgezogen. Aan boord worden de schelpen over een zeef of in een trommel schoongespoeld en meestal direct aan boord verwaterd, zodat de mesheften aan wal meteen verder kunnen worden verwerkt. De mesheften worden gevist voor de versmarkt, dat betekent dat er dagtochten worden gemaakt.

De *Ensis*vangst bedroeg in de jaren 2001-2005 gemiddeld 828 ton per jaar (Rijnsdorp et al., 2006b). Per schip wordt met één viskor gevist. Bij een (maximale) vissnelheid en een (maximale) kor-



breedte (1,25 m) wordt per schip op een visdag van 12 uur ongeveer 4500 m² bevestigd. De *Ensis*visserij kan op basis van de maximaal toegestane aantal visuren per jaar circa 1,8 km² bevissen. Dat is maar een klein deel van het totale oppervlak van de Voordelta en van de bevestigde oppervlakken van de bodemberoerende visserij. Uit het beperkt aantal waarnemingen komt naar voren dat de *Ensis*visserij gelokaliseerd vissen: in de buurt van de 10 meter dieptelijnen en voor de koppen van de Zeeuwse eilanden. Volgens een schatting vist de *Ensis*visserij 0.1% van het *Ensis*bestand van de Voordelta weg (van Stralen, 2005). Kaart 10.1 geeft een overzicht van de ligging van de *Ensis*visgebieden.

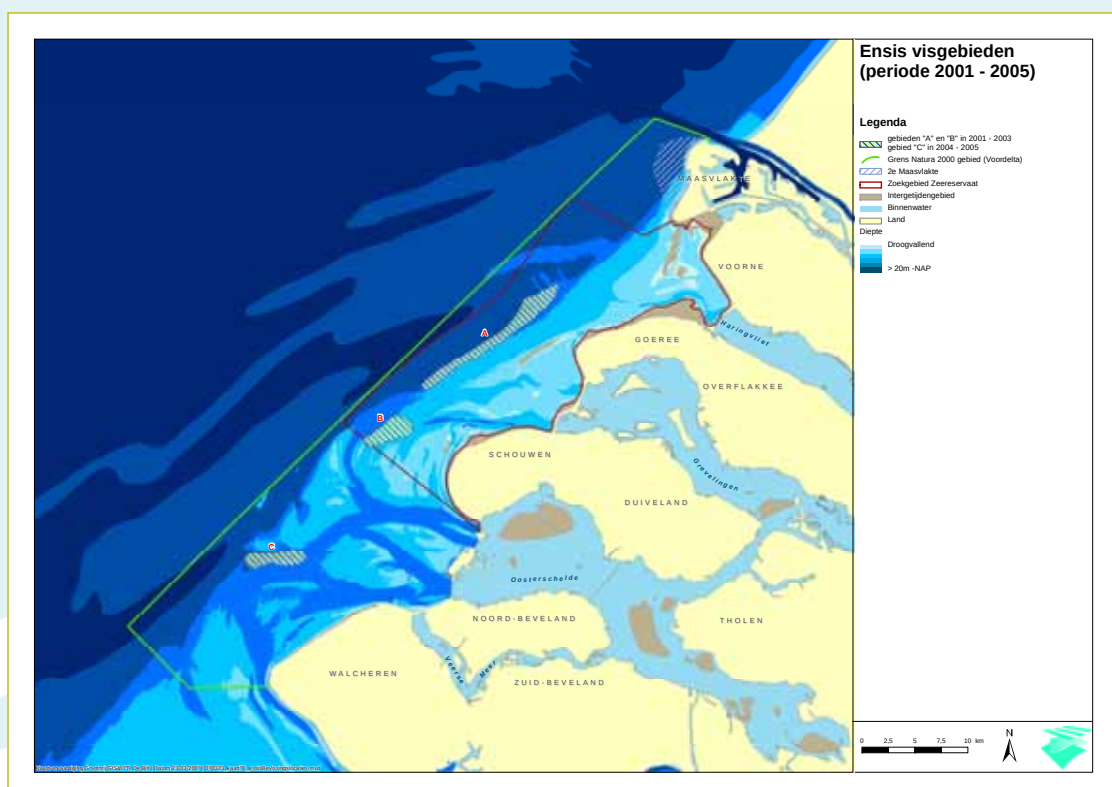
De visserij op *Ensis* vindt vaak plaats op banken met een monocultuur van *Ensis* en blijft ook gelokaliseerd op die banken. Het lijkt erop, dat *Ensis*visserij vooral de *Ensis* uitdunt. Verder zijn de effecten van *Ensis*visserij vergelijkbaar met de effecten van

zandwinning: het weghalen van een laag van de bodem met al het leven erin en het herstel dat daarop volgt.

10.1.2 Kokkelvisserij

In het verleden is veel op Kokkels gevestigd in het Voordeltagebied. Door het afnemen van het kokkelbestand wordt tegenwoordig nauwelijks meer op deze soort gevestigd, met uitzondering van af en toe in de Haringvlietmonding.

Het is alleen toegestaan om op meerjarige Kokkels te vissen. Daarom is de wettelijk verplichte spijl-wijdte van de kor en van de spoelmolens 15 mm, met als gevolg dat de kleinste kokkels die worden opgevestigd een schelpbreedte van 15 mm hebben. Het ministerie van LNV geeft vergunningen af om op Kokkels te vissen, in 2006 zijn er 37 vergunningen verleend. Daarnaast heeft de sector zelf ook



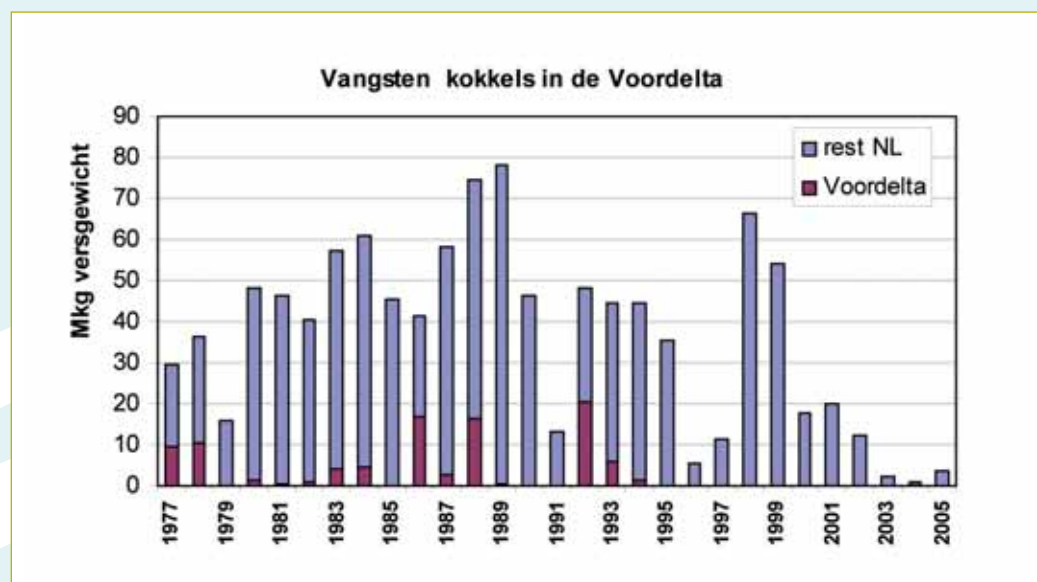
Kaart 10.1: *Ensis*visgebieden in de periode 2001-2005 (Rijnsdorp et al., 2006)

afspraken gemaakt die zijn vastgelegd in visplannen. Deze afspraken hebben vooral geresulteerd in een afname van het aantal schepen dat naar Kokkels vist van 37 naar ca. 20. Na het verbod op de kokkelvisserij in de Waddenzee is dit aantal nog verder afgenomen. In de visplannen worden verder afspraken gemaakt over vistijden en over plaatsen waar mag worden gevestigd. Als controlemiddel is op alle schepen een black box geïnstalleerd die in werking treedt wanneer de zuigpomp begint te werken, op dat moment wordt de vispositie geregistreerd. Deze black boxgegevens zijn beschikbaar voor onderzoek, ze zijn bijvoorbeeld uitgewerkt ten behoeve van de evaluatie van de schelpdiervisserij (EVAII: Kamermans et al., 2003).

De kokkelvisserij maakt gebruik van zuigkorren. Aan de voorkant van iedere kor steekt een mes 2,5 - 3 cm in de bodem. De Kokkels worden uit het sediment gespoten met een waterstraal, dan worden ze opgezogen en komen op een lopende band terecht en worden via een spoelmolen naar het dek getransporteerd. Per schip wordt met twee korren gevestigd met een totale mesbreedte van 2 meter. De vissnelheid ligt tussen 2,5 - 4 mijl per uur, afhankelijk van onder meer de dichtheid van de Kokkels.

Vroeger was in de Voordelta de kokkelvisserij belangrijk, tegenwoordig niet meer (figuur 10.1). Van de Nederlandse kokkelvangst na 1977 komt gemiddeld 9% (3.3 miljoen kg versgewicht) uit de Voordelta. In 2002, 2003 en 2004 (niet in 2005) is aan één vaartuig een vergunning verleend voor het vissen op Kokkels. Tussen 1977 en 1994 werd met enige regelmaat meer dan 3 miljoen kg versgewicht aan kokkels uit de Voordelta gehaald. Na 1994 is nagenoeg niets meer gevangen. Na 1990 is alleen in de monding van de Haringvliet, rond de Hinderplaat, op kokkels gevestigd. Verder wordt in de Delta gevestigd op de droogvallende platen en het sublitoraal in de Oosterschelde en Westerschelde (Kamermans et al., 2003; Rijnders et al., 2006).

De impact van kokkelvisserij is vergelijkbaar met die van zandwinning: het verwijderen van een laag van de bodem en al het leven daarin (Bouwma et al., 2002). Het herstel van de kokkeldichtheid gaat echter redelijk snel, ook al omdat de schaal waarop de schelpdieren bevestigd worden klein is. Bij het bevestigen van een grotere oppervlakte en (vooral) bij het herhaaldelijk bevissen van dezelfde gebieden treden meer veranderingen op in sedimentsamenstelling, met een verlaging van de totale biomassa en



Figuur 10.1: Vangst van kokkels in miljoen kg versgewicht per jaar in de Voordelta en rest van de Nederlandse kustwateren (Rijnsdorp et al., 2006b).

biodiversiteit tot gevolg (Craeymeersch & Hummel, 2004).

10.1.3 Spisulavisserij

Vroeger bestond in de Voordelta naast kokkelvisserij een grote *Spisulavisserij*. Door het verdwijnen van de *Spisulabestanden* (zie hoofdstuk 5) vindt tegenwoordig ook nauwelijks nog *Spisulavisserij* plaats.

Er zijn 34 vergunningen uitgegeven door het ministerie van LNV, waarvan in de praktijk slechts een deel gebruikt wordt. Voor visserij op *Spisula* is in 2005 geen vergunning afgegeven voor de Voordelta (Seegers et al., 2006; van Stralen, 2005).

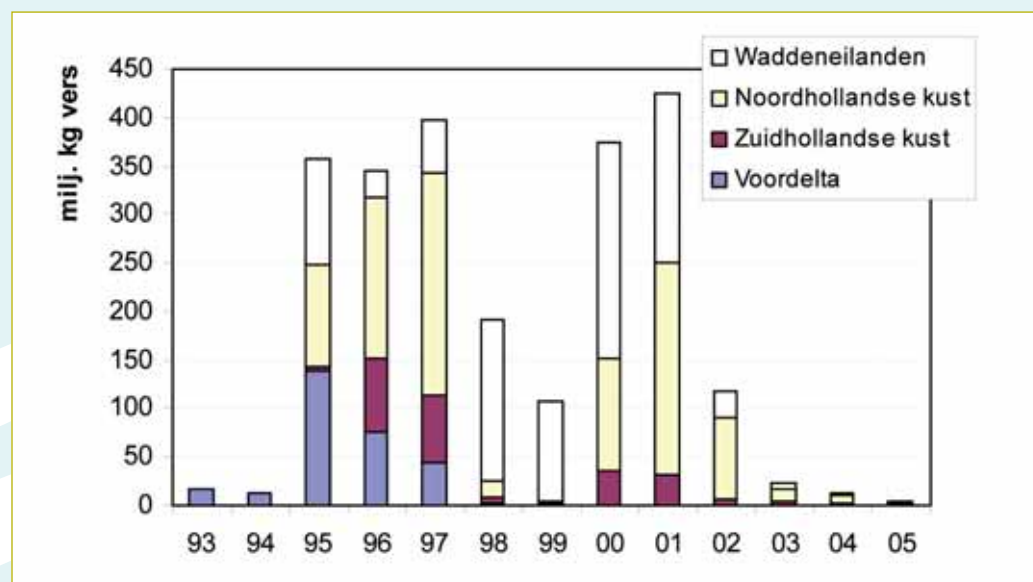
Spisulavisserij lijkt op kokkelvisserij, beiden gebruiken zuigkorren. Met een zuigkor worden de *Spisula*'s uit het sediment gespoten en via een pomp aan boord gezogen. *Spisula*'s komen over het algemeen voor in gebieden met een grotere waterdiepte, daarom worden de zuigbuizen wel verlengd, waardoor (bij mooi weer) tot maximaal 20 m diep kan worden gevist. De opgezogen schelpen gaan via

een spoelmolen op een transportband naar dek. De wettelijk verplichte spijlwidte van de kor en in de spoelmolens is 12 mm.

Tot 1997 waren de vangsten 5 miljoen kg versvlees (figuur 10.2). Daarna is het heel weinig geworden (34.000 kg per jaar van waarschijnlijk een andere soort: *Spisula solida*). In de Voordelta zijn sinds 1998 geen vangsten van belang meer geregistreerd

De hoge concentraties *Spisula*'s lagen tot 1999 vooral buiten het zoekgebied Zeereservaat. Echter voor zover er de laatste tijd *Spisula* gevangen is, zijn deze vrijwel allen gevangen in het gebied waar de Tweede Maasvlakte gebouwd zal worden (Rijnders et al., 2006). Elders langs de Nederlandse kust kwamen periodiek nog wél grote bestanden voor. Het lijkt erop dat in de loop der tijd het zwaartepunt in het *Spisulabestand* geleidelijk meer noordwaarts komt te liggen. In de afgelopen drie jaar zijn ook meer noordelijk de bestanden minimaal en als gevolg daarvan ligt de *Spisulavisserij* momenteel (2006) stil.

De impact van *Spisulavisserij* is vergelijkbaar met



Figuur 10.2: Vangsten van *Spisula* in miljoen kg versgewicht per jaar in de Voordelta en rest van de Nederlandse kustwateren (Rijnsdorp et al., 2006b)



kokkelvisserij en zandwinning: het verwijderen van substraat en al het leven daarin (Bouwma et al., 2002). Herstel van het bestand gaat echter redelijk snel, zeker gezien de kleine schaal waarop gevestigd wordt. De gevolgen van de schelpdiervisserij in een gebied worden groter, als er vaker in datzelfde gebied gevestigd wordt.

10.1.4 Mossel(zaad)visserij

Mosselvisserij is op te splitsen in kweek van mosselen op percelen (bodemcultuur) en mosselzaadvisserij, waar mosselzaad wordt opgevestigd om de percelen mee te bezaaien. Vóór de aanleg van de deltawerken werd met enige regelmaat op mosselzaad gevestigd. De laatste jaren heeft er echter nauwelijks meer mosselzaadvisserij plaatsgevonden omdat mosselzaad nog maar sporadisch voorkomt in de Voordelta.

De mosselzaadvisserij kent een hoge mate van zelfregulering, waarbij afspraken over de inzet van schepen, vistijden en vangsthoeveelheden in visplannen zijn vastgelegd door de sector. Het bestandsonderzoek dat ten behoeve van de visplannen is uitgevoerd, wordt door de mosselsector gefinancierd. Gerichte bestandsopnamen van mosselzaad in de Voordelta vinden plaats in het najaar. Op basis van de behaalde vangsten wordt middels expert judgement een bestandsschatting gemaakt. Als er visbare hoeveelheden voorkomen, is de mosselzaadvisserij gebonden aan een quotum, waardoor een bepaalde hoeveelheid voedsel voor vogels wordt gereserveerd (Bouwma et al., 2002). Ook op mosselkotters is een black box geïnstalleerd. Of er sprake is van vissen, wordt afgeleid uit de vaarsnelheid (waarbij het schip tijdens het halen van de tuigen vrijwel stilligt) en de bochtigheid van het vispatroon. In totaal zijn er in Nederland ca 70 mosselkotters die vergunning hebben om op mosselzaad te vissen als de bestanden dat toestaan. De visserij gebruikt de mosselkor, deze bestaat uit een stalen frame van 1.90 m breed met daarin een ondiep net, de stang van de kor schraapt aan de onderzijde over de bodem. Per vaartuig wordt met 4 korren gevestigd. De vissnelheid ligt rond 2.5 mijl per uur. Mosselzaad heeft een lengte van 10-30 mm.



Mosselhangcultuur op Neeltje Jans © Zeeland Air / Bureau Waardenburg

Naast mosselzaad wordt twee keer per jaar ook op halfwas mosselen gevestigd. Deze hebben een lengte van 30-40 mm. De visserij gebruikt ook hier mosselkorren. In het najaar wordt het zaad van dat jaar opgevestigd. Een deel van de mosselen, vaak het deel dat enigszins beschut ligt, wordt gespaard tot het daaropvolgende voorjaar. Tijdens het zaadvissen varen de schepen regelmatig naar een meetschip van het mosselkantoor om de vangst te laten registreren. Pas daarna wordt het zaad uitgezaaid. Als er een succesvolle broedval is, hebben alleen mosselen in de Haringvlietmond kans de winter te overleven. In dit gebied spelen echter nog andere belangrijke factoren een rol: in jaren met een grote rivierafvoer kan onder mosselen massale sterfte optreden als gevolg van verzoeting. In droge perioden kunnen zeesterren verder in het gebied dringen en bijvoorbeeld de mosselbank langs het strand van Goeree (Kwade Hoek) alsnog laten verdwijnen. Een bestandsopname laat zien dat er enige mosselen zijn langs de ondiepe randen van Voorne en Goeree en voor de Brouwersdam.



10.2 Andere bodemberoerende visserij

Gesleepte vistuigen kenmerken zich door sleepnetten die aan weerszijde of de achterkant van een boot worden voortgetrokken. Het net sleept over de grond en wordt open gehouden door een boom dan wel door borden. Afhankelijk van de specifieke techniek wordt de bodem in meer of mindere mate beroerd. Op enkele uitzonderingen na, is de visserij binnen de 12 mijlszone (en daarmee de Voordelta) alleen toegestaan voor schepen met een motorvermogen van kleiner dan 300 pk: de zogenaamde 'Eurokotters'. In algemene zin geldt, dat de bodemberoerende visserij van grote invloed is op het ecosysteem. Niet alleen omdat vis, schelp- en schaaldieren aan het systeem worden onttrokken, maar ook door de bodemverstoring en ongewenste bijvangsten.

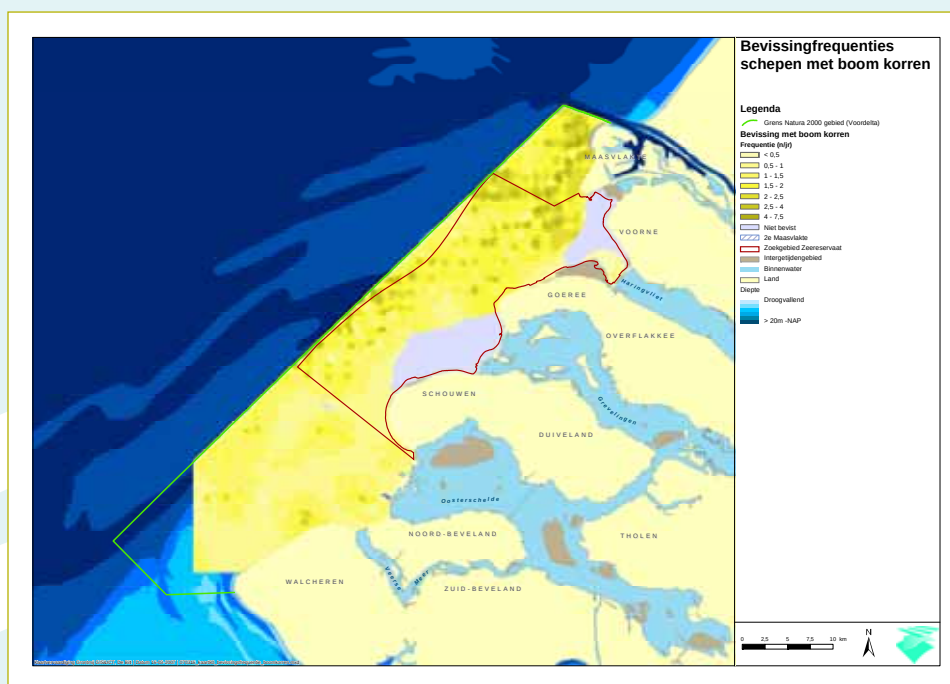
10.2.1 Garnalenvisserij

De garnalenvisserij is een van de belangrijkste vormen van visserij in de Voordelta. Voor het vissen op



Garnalenvisserij © CSO Bunnik

garnalen is een vergunning vereist van het ministerie van LNV. Het aantal vergunningen is sinds jaren beperkt (de Wilde, 2002). Ook moeten vissers beschikken over een Lijst I vergunning, omdat garnalenvisserij hoofdzakelijk binnen de 12-mijlszone plaatsvindt. 100 vaartuigen beschikken over een vergunning voor garnalenvisserij in de visserijzone en 97 vaartuigen beschikken over een vergunning voor garnalenvisserij voor de kustzone. In de praktijk vissen ongeveer 40 vaartuigen op Garnaal in de Voordelta (Expertisecentrum PMR, 2001).



Kaart 10.2: Bevissingsfrequentie van de Voordelta met garnalenkorren



Voor de garnalenvisserij zijn gedetailleerde positie-registraties beschikbaar uit het satelliet volgsysteem (VMS) dat de Europese Unie ten behoeve van de visserij-inspectie heeft geïntroduceerd. Het VMS-systeem bevat de scheepscodes, positie-informatie, het registratie-interval en de vaarsnelheid.

Deze vorm van visserij wordt een garnalenkor gebruikt. Technisch gezien is dit een lichtuitgevoerde boomkor, waaraan wekkerkettingen ontbreken. Het net kan over obstakels heen getrokken worden met plastic rollers om ervoor te zorgen dat de garnalen opschrikken, omhoog schieten, en in het net terechtkomen. Verder heeft het net een kleinere maaswijdte dan de boomkor (tussen de 16 en 31 mm). Garnalenkotters hebben een motorvermogen van maximaal 300 pk. De garnalenvisserij wordt gedurende het gehele jaar uitgeoefend, maar kent een duidelijke piek in de late zomer en de herfst. De garnalenvisserij bevist jaarlijks 3.000 km² in de Voordelta (Seegers et al., 2006). Een garnalenkotter vaart vaak maar voor 1 à 2 dagen uit omdat de garnalen snel bederven. Garnalenvisserij is geconcentreerd op de ondiepten in het gebied voor de monding van het Haringvliet. Sommige plekken worden daar 3 tot 7 keer per jaar bevist (kaart 10.2).

In de Voordelta wordt door 20 tot 30 Eurokotters op garnalen gevist, die samen tussen de 400 en 1200 dagen vissen. Bovendien varen er nog 3 tot 9 kleine kotters die samen 10 tot 200 dagen op zee zijn (de Wilde, 2002; Seegers et al., 2006; Rijnsdorp et al., 2006). In de samenstelling van de aanvoer domineert de garnaal: ongeveer 1000 ton per jaar met als marktwaardige bijvangst schar en bot (ongeveer 30-50 ton per soort).

De garnalenkor is een lichte uitvoering van de boomkor. Het contact met de bodem en het benthos is beperkt tot de sloffen, de grondpees en het net. De schade is daarmee ook kleiner dan bij de boomkorvisserij (Bouwma et al., 2002). Het is bekend dat in de garnalenvisserij grote hoeveelheden ondermaatse vis en garnaal wordt bijgevangen maar metingen in het Nederlandse kustgebied zijn hiervan niet beschikbaar. De overlevingskansen van

deze bijvangst is afhankelijk van de vissoort en de snelheid en de wijze van behandeling aan boord en varieert van 0% tot 100%.

10.2.2 Boomkorvisserij op platvis

De boomkorvisserij op platvis wordt binnen de 12-mijlszone (ongeveer tweemaal zo breed als Voordelta) tegenwoordig vrijwel alleen nog bedreven met een Eurokotter.

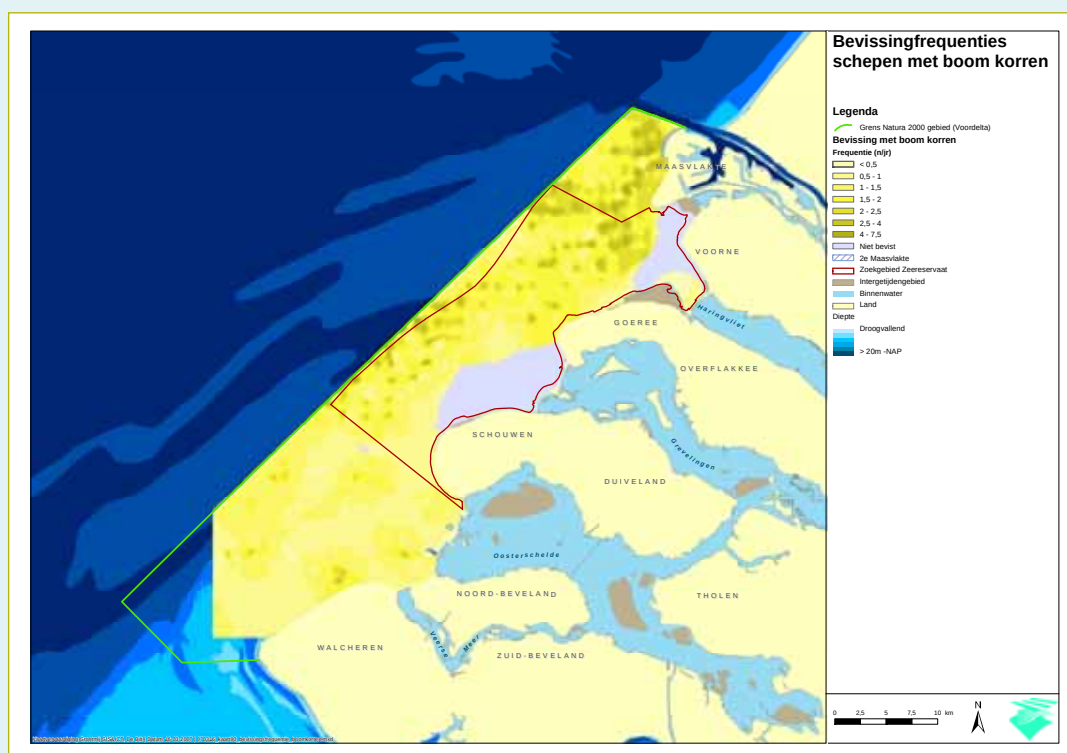
De trajecten waarlangs wordt gevist volgen het verloop van de dieptes in het gebied. Overgangen van diep naar ondiep water zijn regelmatig bezochte visgronden. Er wordt bijvoorbeeld veel gevist langs de kop van Goeree en in het verlengde van de vaargeul die loopt richting de haven van Stellendam. De gevonden verspreiding van boomkorvisserij in de opeenvolgende jaren in de periode 1993 – 1999 bleek weinig te verschillen, hoewel over meerdere jaren genomen wel een geleidelijke verandering optrad. Dit betekent dat intensief beviste gebieden (rijke visgronden) jaarlijks globaal op dezelfde locaties voorkomen, maar geleidelijk in verspreiding en ligging verschuiven (Seegers et al., 2006).

Behalve met Eurokotters vindt er ook visserij met kleinere schepen plaats, vanuit met name Stellendam gericht op de vangst van bot en wolhandkrabben. Deze laatste visserij wordt uitgeoefend door lokale vissers in perioden dat de garnalenvisserij niet lonend is (Van Stralen, 2005).

De kotters hebben een vergunning nodig om met boomkorren te mogen varen binnen de 12-mijlszone. Voor de boomkorvisserij zijn gedetailleerde positieregistraties beschikbaar uit het satelliet volgsysteem (VMS) dat de Europese Unie ten behoeve van de visserij-inspectie heeft geïntroduceerd. Het VMS-systeem bevat de scheepscodes, positie-informatie, het registratie-interval en de vaarsnelheid. Het registratie-interval bedraagt doorgaans ongeveer 2 uur.

De boomkorvisserij gaat het hele jaar door met een piek rond het voorjaar en het najaar. In totaal wordt per jaar bijna 2.150 km² in de Voordelta bevist op platvis met boomkorren, vooral in het Noorden en in het gebied voor het Haringvliet en voor de Eerste Maasvlakte.





Kaart 10.3: bevisingsfrequentie door Nederlandse schepen met boomkorren. (uit (Rijnsdorp et al. 2006b

Voor de vangst van platvis in de Voordelta gebruiken vissers een boomkor met wekkerkettingen. Dit vistuig is speciaal ontwikkeld om de dieper graven- de platvissoorten zoals tong te kunnen vangen. Het vistuig rust op twee sloffen die door een metalen boom aan elkaar zijn verbonden en waar tussen kettingen zijn gespannen die over de zeebodem slepen. De kettingen dringen hierbij tussen de 1 tot 8 cm in de zeebodem (den Heijer & Keus, 2001). Het vistuig van de boomkor bestaat uit twee (gespiegelde) identieke netten die aan weerszijden van het schip over de bodem worden voortgetrokken. Zware en lichte tuigen oefenen een vergelijkbare druk uit op de bodem (Lindeboom & de Groot, 1998). De ingegraven platvissen schrikken op en worden ingevangen in het sleepnet. De maaswijdte van het net moet minimaal 80 mm zijn.

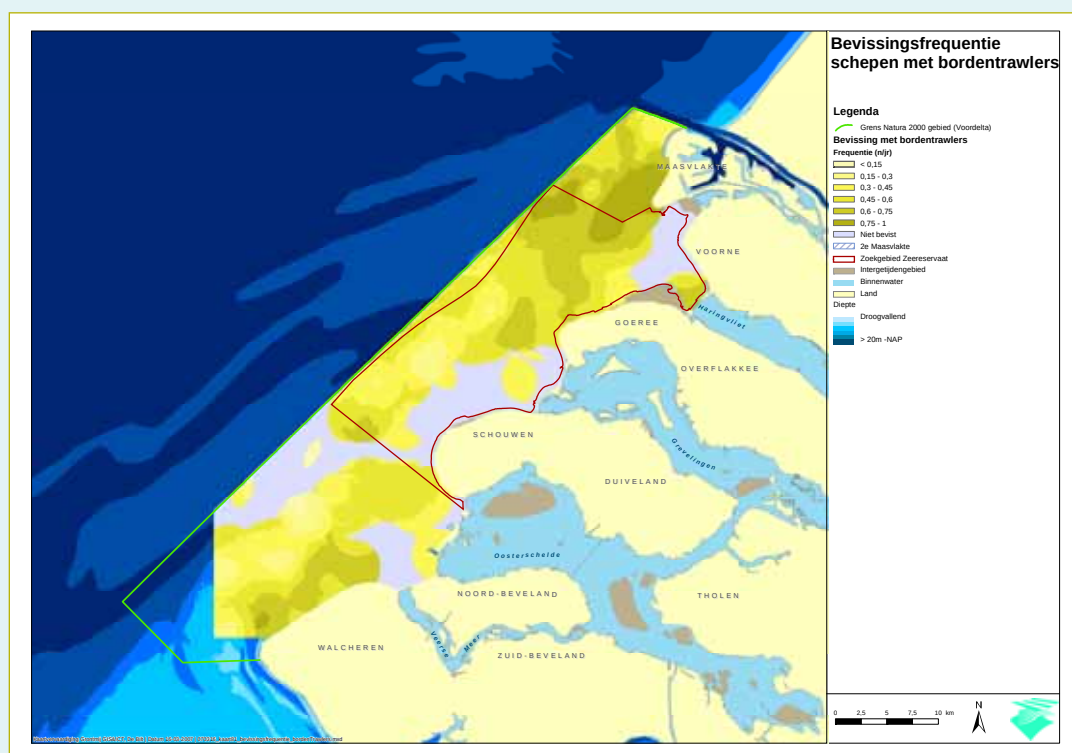
In de Voordelta wordt door 37 tot 49 Eurokotters op platvis gevisst, die samen tussen de 2300 en 2600 dagen vissen, vooral op schol, tong bot en schar (ongeveer 300-900 ton van iedere soort). De 8 tot 12 kleine kotters vissen samen 12 tot

65 dagen. In de samenstelling van de aanvoer domineert bot: ongeveer 22 ton per jaar met als bijvangst schol, kabeljauw en Noordzeekrab (2 á 4 ton per jaar). Kaart 10.3 geeft de bevisingsfrequentie door boomkorvisserij in de Voordelta weer.

De impact van boomkorvisserij is behoorlijk. Sloffen van boomkorren oefenen druk uit op de bodem en laten, afhankelijk van de sedimentsamenstelling, een spoor na van 1,5 tot 10 cm diep. De 4 m en 12 m brede boomkor met wekkerkettingen doden gemiddeld 21% van alle bodemdieren in het visspoor (Bouwma et al., 2002). Daarnaast is er ongeveer 100 tot 200% bijvangst aan vis die sterft. Ongeveer zelfde getallen gelden voor dieren die op de bodem leven.

10.2.3 Bordentrawl

Nederlandse vissers passen bordentrawl toe voor het vangen van rondvis: kabeljauw, wijting en schar. De bordentrawl is in zijn meest eenvoudige



Kaart 10.4: Bevissingsfrequentie in de Voordelta door Nederlandse schepen met bordentrawlers

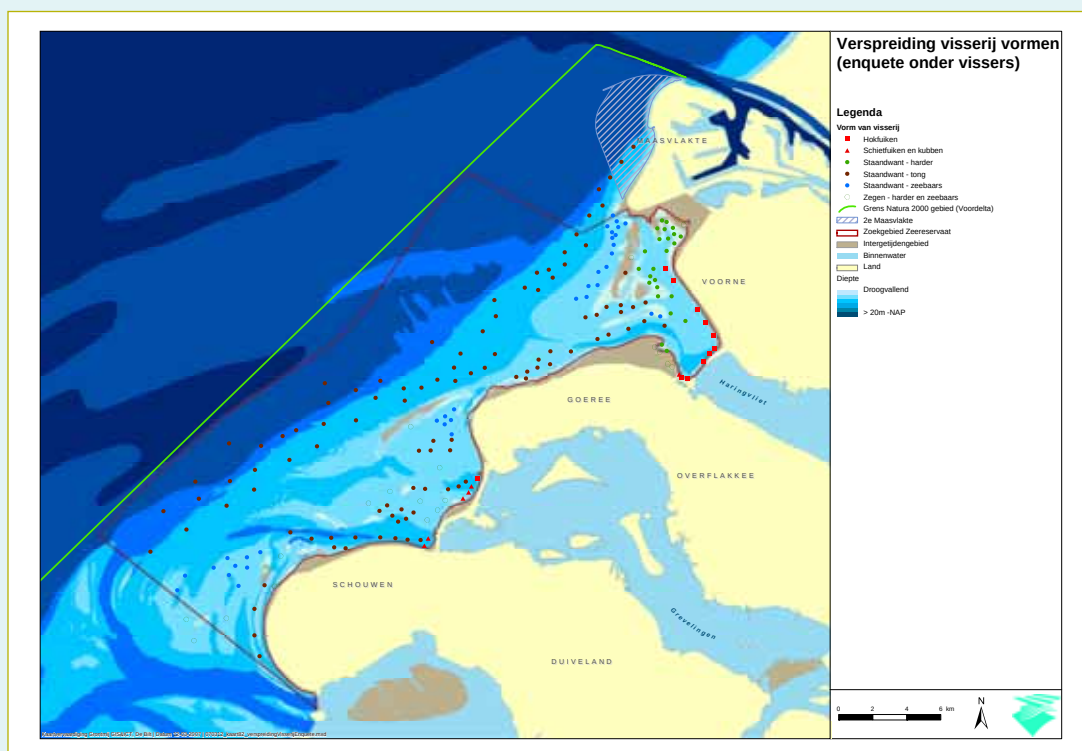
vorm een sleepnet met afgeplatte trechtervorm dat, door over de bodem slepende scheerborden, in de breedte wordt opengehouden. De borden zijn door middel van kabels met het net verbonden. De borden en kettingen zorgen, door het opwervelen van de bodem, voor een opjagend en bijeenrijvend effect dat de vis voor de netopening en uiteindelijk in het net brengt. In de spanvisserij wordt een grondnet, dat sterk op de bordentrawl lijkt, opgehouden door twee naast elkaar varende schepen. De visserij wordt doorgaans door grotere schepen uitgeoefend.

Met de bordentrawl op rondvis wordt jaarlijks 1.800 km² in de Voordelta. De nadruk ligt op de noordelijke kant van de Voordelta (kaart 10.4).

Ongeveer 14 tot 36 schepen (van minder of gelijk aan 300 pk) zijn actief in de Voordelta, zij zijn ongeveer 200 tot 500 dagen op zee. Van kabeljauw, wijting en schar wordt respectievelijk 270, 80 en 70 ton per jaar aan land gebracht. De inspanning van

de grotere schepen is laag (1 tot 6 kotters groter dan 300 pk).

De impact van bordentrawl is niet zo groot als die van boomkorvisserij. Het effect blijkt heel erg afhankelijk te zijn van het van nature aanwezige habitat. In hele dynamische gebieden (mobiele zandgronden) is het effect van een bordentrawl nauwelijks zichtbaar, dynamisch rustige gebieden met veel slib vertonen na een bordentrawl trek wel effect. Ook biogene structuren - structuren gemaakt door levende organismen - zijn kwetsbaar voor dit type visserij. De *Sabellaria* bijvoorbeeld, is een kolonievormende kalkkokerworm die grote rifstructuren kan bouwen; een *Sabellariarif* zal waarschijnlijk vernietigd worden door bordentrawlvisserij (Bouwma et al., 2002).



Kaart 10.5: Verspreiding van de verschillende vormen van visserij met vaste vistuigen in het zoekgebied voor het Zeereservaat.

10.3 Niet bodemberoerende visserij

Naast bodemberoerende visserij vindt in de Voordelta ook visserij met vaste vistuigen plaats. Vaste vistuigen zijn vistuigen die tijdens het vissen niet verplaatst worden, bijvoorbeeld fuiken en staandwant. Kaart 10.5 geeft een overzicht van de locatie van verschillende types vaste vistuigen in de Voordelta.

10.3.1 Fuiken

Met fuikenvisserij wordt gevestigd op Paling (2.5 ton per jaar), Tong, Harders, Wolhandkrab, Bot en op Snoekbaars die vanuit het zoete Haringvliet is afgespuid.

Voor de visserij met hokfuiken (fuiken tot 5m hoog) zijn 4 vergunningen verleend, waarvan 3 voor de Haringvlietmond en 1 voor het Brouwershavensegat. Voor de visserij bij de Haringvlietluizen

is ontheffing verleend op de verplichting te vissen met keerwant vanwege de grote hoeveelheid vuil (vooral plastic) die op deze locatie wordt mee gevangen. De fuiken met keerwant raken daardoor verstopt. Voor schietfuiken (lage fuiken) zijn voor de Voordelta ca. 20 vergunningen verleend. Deze worden echter maar ten dele benut.

Fuiken zijn netten die gespannen zijn om een reeks hoepels, in formaat variërend van groot naar klein (taps toelopend) met meerdere 'kelen': versmalingen met daarin een netwerk dat het terugzwemmen van de vis belemmert. Aan de voorkant van de rij hoepels is aan weerszijde een recht stuk net bevestigd om de inzwemopening te vergroten en zo de vis naar de fuik toe te leiden. De fuiken worden op hun plaats gehouden met behulp van stokken. De palenrijen staan zo dicht bij elkaar dat het gebied voor geen andere vorm van visserij gebruikt kan worden.

Veruit de meeste fuiken staan in de bochten aan weerszijden van de Haringvlietdam. Het gaat hier



Fuik © Joost Bergsma

om enkele tientallen fuiken. Geschat wordt dat er circa 45 fuiken aan de kant van Voorne staan en circa 30 aan de kant van Stellendam. De fuiken worden wekelijks (1 à 2 keer) gelegegd (Seegers et al., 2006).

Naast het wegvangen van een onbekende hoeveelheid vis zijn vermoedelijk ook belangrijke effecten van deze vorm van visserij de vangst van trekvis en verdrinking van vogels en zeezoogdieren. Er zijn vangsten bekend van houting, zalm, zeeforel, rivierprik en zee-prik in hokfuiken bij de Haringvliet-sluis (van Stralen, 2005). In de hoofdstukken over de Roodkeelduiker (7.6) en Kuifduiker (7.7) worden de effecten van fuiken op beide soorten behandeld. Er zijn enkele incidentele gevallen bekend van verdrinking van onvolwassen zeehonden in fuiken in de Delta. Verdrinking van bruinvissen in fuiken is in het Deltagebied niet bekend.

10.3.2 Staandwant

Staandwant wordt gebruikt voor de visserij op bijvoorbeeld tong en zeebaars.

In de Voordelta zijn 3 vergunningen verleend voor de visserij met staandwant. In de periode 2001-2005 hebben 16 tot 31 vaartuigen in de Voordelta gevist met staandwant. Over de aard van de visserij die niet vanuit de kust wordt beoefend en de herkomst van deze vissers kon geen informatie worden verzameld (Rijnders et al., 2006).

In het Beleidsbesluit Vaste Vistuigen staat, dat het gebruik van staandwant op vrije gronden op basis van de 'traditionele' vergunning dient te worden afgebouwd. Traditionele vergunningen zijn vergunningen voor de visserij met vaste vistuigen, die in 1988 zijn verleend. Die vergunningen zijn overdraagbaar en per publiekrechtelijke vergunning mag met één of meerdere typen vaste vistuigen worden gevist. In deze categorie zijn 108 vergun-





ningen (106 vergunningshouders) verleend. Per 1 april 2003 zijn al alle 'tijdelijke' vergunningen komen te vervallen. Deze tijdelijke vergunningen zijn vanaf 1989 verleend en bestaan grotendeels uit vergunningen die in de praktijk niet of nauwelijks worden gebruikt. Vanaf 31 december 2007 zal visserij met staandwant niet langer worden toegestaan, tenzij de sector kan aantonen dat deze vorm van visserij ecologisch inpasbaar is. Eind 2007 gaat een overgangsperiode van vijf jaar in, waarin het gebruik van staandwant is toegestaan, echter zodanig, dat het vistuig bij laag water op droogvallende platen niet overeind blijft staan. In de tussentijd wordt onderzoek gedaan naar de ecologische inpasbaarheid van deze vorm van visserij.

In de toekomst is voor de beroepsmatige visserij met vaste vistuigen één type publiekrechtelijke vergunning. Deze vergunning is gekoppeld aan een geregistreerd vaartuig. In deze 'standaardvergunning' is vastgelegd met welke vistuigen de vergunninghouder mag vissen. In de Voordelta geldt dat er maximaal 180 fuiken mogen worden uitgezet. Bij staandwant worden netten in vrij lange reeksen dwars op de trekrichting van de tong gezet. Het zijn aan elkaar gekoppelde rechthoekige netten die door een verzwaring aan de onderkant en drijflichamen aan de bovenkant verticaal hangen en door middel van ankers aan de uiteinden op hun plaats gehouden worden. De netten hebben geen vaste locatie, maar worden geplaatst waar grote dichtheden vis voorkomen. De netten worden zowel binnen als buiten de 10 meter dieptelijn uitgezet, tussen Schouwen (meetpaal BG2) en de Maasvlakte. De netten worden dagelijks gelicht en eventueel op dezelfde plaatsen vervangen. Andere relevante vangst is Harder en Zeebaars (Seegers et al., 2006).

Staandwant wordt ook wel gebruikt voor de visserij op kabeljauw bij wrakken. De netten worden in korte reeksen rond wrakken gezet. Het vissen met een sleepnet is rond wrakken niet mogelijk, vanwege het risico dat het tuig achter wrakstukken blijft hangen.

Het gebruik van staandwant staat ter discussie vanwege de bijvangst van vogels en soms zeezoog-

dieren (bruinvissen en zeehonden). In netten die tijdens laagwater op droogvallende platen overeind blijven staan, kunnen de dieren verstrikt raken. Hoeveel slachtoffers de staandwantvisserij maakt is afhankelijk van de aard van het net: visserij met "liggende" tongnetten voor tongvangst hebben aanmerkelijk minder bijvangst van vogels dan de hoge staande netten die bij visserij op harder en zeebaars gebruikt worden (van Stralen, 2006). Grote aantallen bruinvissen sterven als gevolg van bijvangst in de staandwant visserij. Van de op de Nederlandse en Belgische kust aangespoelde dieren -vertoont 20-70% sporen van bijvangst.

10.4 Kleinschalige sleepnetvisserij (garnalen, Bot en Wolhandkrab)

Een aantal kleinere sleepnetvisserij, die vissen vanuit Stellendam, zijn sterk afhankelijk van de Voordelta als visgebied. Het zijn gemengde bedrijven, die, afhankelijk van de vangstmogelijkheden, wisselen tussen garnalenvisserij, de sleepnetvisserij op Bot en Wolhandkrabben en de visserij met fuiken en staandwant. Alle deze vormen van visserij zijn dagvisserij. Het gaat daarbij om gemiddeld 5 schepen. De verspreiding van de garnalen-, wolhandkrab- en botvisserij, zoals die plaatsvindt vanuit Stellendam, is weergegeven in kaart 10.6. De informatie aangeleverd door een visser uit de Oosterschelde laat zien dat vrijwel het gehele gebied interessant is voor deze gemengde visserijbedrijven.





10.5 Samenvatting en implicaties maatregelenpakket

In de Voordelta wordt door beroepsvissers gevestigd op garnalen, verschillende soorten schelpdieren en op rond- en platvis. Zij gebruiken hierbij zowel bodemberoerend vistuig (diverse soorten korren en bordentravels) als vast vistuig (standwant en fuisen). Het gaat in de Voordelta om kleine schepen: er varen ongeveer evenveel schepen met vermogen van minder dan 260 pk als schepen met een vermogen van 260-300 pk (beiden ongeveer 40). Een paar schepen met een vermogen van meer dan 300 pk hebben toestemming ook in het gebied te vissen (1-7 stuks).

De belangrijkste vangsten zijn garnalen (1000 ton per jaar) en platvis (schol, tong, bot, en schar: 2000 ton per jaar). Maar andere soorten vis worden ook substantieel gevangen (kabeljauw, Horsmakreel, Sardientjes, *Ensis*). Met vaste vistuigen worden kleine hoeveelheden gevangen (ongeveer 2% van de totale hoeveelheid).

De recreatie visserij is niet heel groot: enige tientallen vissers langs de kant en ook enkele tientallen vissers op het water in bootjes.

De boomkor- en garnalenvisserij concentreren zich vooral rond de Haringvlietmonding en de eerste Maasvlakte, stukken van deze 3 gebieden worden erg intensief bevestigd. De verschillende vormen van vaste tuigen zijn wijdverspreid door de Voordelta. Het voorkomen van de gewenste vissoort bepaalt de plek waar de tuigen worden neergezet.

Voor garnalen- en boomkorvisserij is een vergunning nodig. In de gehele Voordelta mag niet gevestigd worden met schepen met meer dan 300 pk. Op sommige plekken (de accent natuurgebieden) mag helemaal niet gevestigd worden. De schelpdiervisserij heeft ook vergunningen op basis van quota verdeling tussen visserij en natuureisen. Zij kenmerkt zich door veel zelfregulering, waardoor de visserij minder intensief en beschadigend is dan wettelijk is toegestaan.

In algemene zin geldt dat de bodemberoerende visserij van grote invloed is op het ecosysteem. Niet alleen door het onttrekken van vis, schelp- en schaaldieren, maar ook door de bodemverstoring, schade aan dieren en de ongewenste bijvangsten. Bij vaste vistuigen heeft de standwant visserij impact op bruinvissen en vogels.

In het maatregelenpakket zullen maatregelen ten opzichte van de bodemberoerende visserij worden getroffen om de kwaliteitsverbetering van 10% te kunnen behalen





Telvliegtuig © CSO Bunnik





Zicht op Bollen van de Ooster © Zeeland Air / Bureau Waardenburg



11 De relaties tussen soorten en hun omgeving: de effectschema's

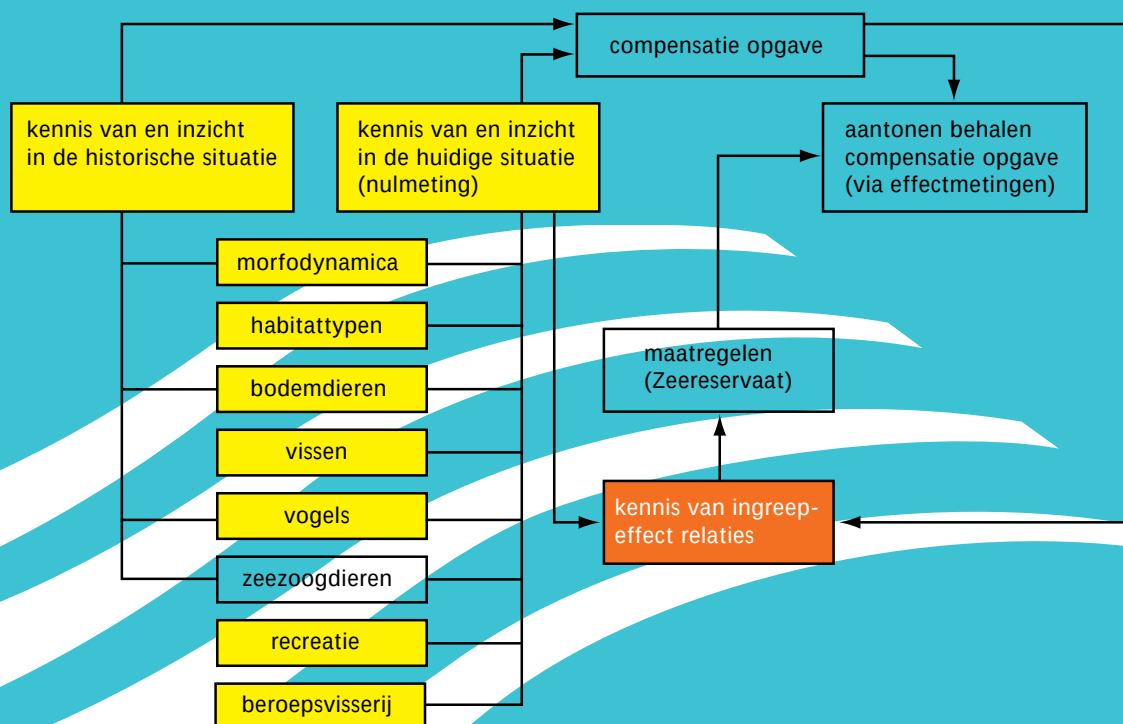
In de vorige hoofdstukken is informatie gegeven over de indicatorsoorten van habitattype 1110 en de te compenseren vogelsoorten. Deze informatie is in dit hoofdstuk weergegeven in effectschema's.

Om tot een effectschema te komen is per soort gekeken naar de relatie van het voorkomen van de soort met de natuurlijke processen en het menselijk handelen in de Voordelta. Deze relaties zijn weergegeven in een schema met ingreep-effect ketens, de effectschema's. In deze effectschema's zijn alleen de meest relevante en de meest verklarende invloeden opgenomen. De richting en de dikte van de pijlen geeft de richting en de mate van effect weer: hoe dikker de pijl des te meer effect.

Effectrelaties worden per ingreep besproken aan de hand van de genummerde pijlen. Bij elke bespreking staat een verwijzing naar de paragraaf waarin de achterliggende kennis te vinden is.

Als in de effectrelatie gesproken wordt over 'verwachting' dan is er geen sprake van wetenschappelijk gestaafde kennis, maar van kennis op basis van expert judgement.

In de effectschema's zijn meerdere typen stuurvariabelen te onderscheiden, bijvoorbeeld sturing vanuit morfodynamica en waterkwaliteit, voedsel, bodemberoering, verstoring en predatoren. Deze typen worden boxen genoemd. Per box worden één of meerdere effectrelaties vastgesteld, zowel met de behandelde soort als met andere boxen. De boxen worden besproken in volgorde van belang: de meest sturende box wordt eerst behandeld, daarna de iets minder sturende enz. Hierdoor is de volgorde van behandelingen van de boxen per soort verschillend.



11.1 Schelpkokerworm

Schelpkokerwormen zijn indicatief voor habitattype 1110 (hoofdstuk 4).

11.1.1 Morfodynamica en waterkwaliteit

- paragraaf 5.5.1 Schelpkokerworm (*Lanice conchilega*), pag. 77
- hoofdstuk 3 Morfologische processen en ontwikkelingen, pag. 21

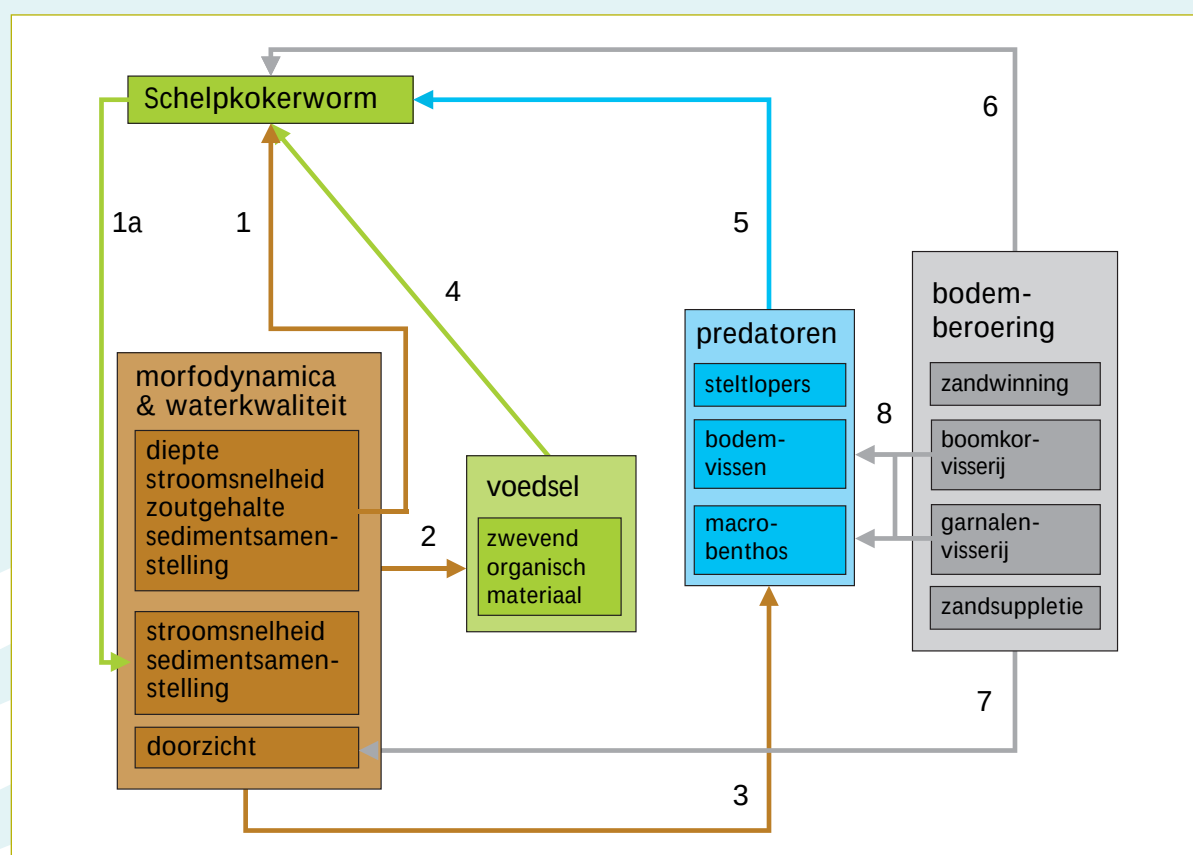
Effectrelatie 1: de invloed van morfodynamica en waterkwaliteit op het voorkomen van de Schelpkokerworm en effectrelatie 1a: de invloed van de Schelpkokerworm op morfologie

De Schelpkokerworm heeft een voorkeur voor relatief hoge stroomsnelheden en een hoge saliniteit. Menselijke ingrepen die van invloed zijn op deze parameters kunnen dus effect op het voorkomen

van de Schelpkokerworm hebben. Anderzijds kunnen grote dichtheden van deze worm invloed hebben op de sterkte en het patroon van de stroming. De schelpkokers van de wormen kunnen een micro-omgeving creëren waarin gesuspendeerd materiaal kan worden vastgezet.

Effectrelatie 2: invloed van morfodynamica en waterkwaliteit op het voedsel van de Schelpkokerworm.

De voedselvoorziening en -beschikbaarheid is in grote mate afhankelijk van het doorzicht. Vertroebeling veroorzaakt afname van licht, waardoor de fytoplanktonbloei afneemt. Tevens neemt met een toename van vertroebeling de concentratie zwevende anorganische deeltjes toe; dat heeft een negatief effect op de voedselbeschikbaarheid. Naast vertroebeling is ook de stroomsnelheid van invloed op de voedselbeschikbaarheid. Als de stroomsnelheid hoog is, is de verwachting



dat het gesuspenderde voedsel te snel aan de Schelpkokerworm voorbijschiet om het te kunnen consumeren. Een lage stroomsnelheid garandeert onvoldoende verversing van het water, waardoor de waterlagen rond de Schelpkokerworm zonder voedsel komen te zitten.

Morfodynamica heeft ook op een andere manier invloed op het voedsel van de Schelpkokerworm. Hoge bodemschuifspanning maakt vestiging en handhaving voor organismen moeilijk. Ook raakt hierdoor relatief veel anorganisch materiaal in suspensie.

Effectrelatie 3: effect van doorzicht op predatoren.

Als gevolg van vertroebeling zullen zichtjagers op Schelpkokerwormen een lager vangstsucces hebben. Vrijwel alle predatoren van de Schelpkokerworm jagen echter (ook) op de tast. Verwacht wordt dat vertroebeling slechts een beperkt effect zal hebben op de predatiedruk van de Schelpkokerworm.

11.1.2 Voedsel

- paragraaf 5.5.1 Schelpkokerworm (*Lanice conchilega*), pag. 77)

Effectrelatie 4: invloed van voedsel op de Schelpkokerworm.

Schelpkokerwormen zijn filterfeeders. Voor hun voedsel zijn de organismen afhankelijk van zwevend organisch materiaal zoals fytoplankton, zoöplankton en detritus. Het voedselaanbod en -beschikbaarheid is afhankelijk van het seizoen, doorzicht, waterkwaliteit enz.

11.1.3 Predatoren

- paragraaf 5.5.1 Schelpkokerworm (*Lanice conchilega*), pag. 77

Effectrelatie 5: invloed van predatoren op de Schelpkokerworm.

Schelpkokerwormen worden door een grote verscheidenheid aan organismen gegeten. De soort is echter voor geen van deze soorten het stapel-

voedsel. Verwacht wordt dat de predatiedruk in de Voordelta niet van dien aard dat de populatie hier onder lijdt. De Schelpkokerwormdichtheid en de reproductiesnelheid zijn voldoende hoog om de predatiedruk weerstand te bieden.

11.1.4 Bodemberoering

- paragraaf 5.5.1 Schelpkokerworm (*Lanice conchilega*), pag. 77
- hoofdstuk 10 Beroepsvisserij: huidige vormen en intensiteit, pag. 177

Effectrelatie 6: direct effect van bodemberoering op het voorkomen van de Schelpkokerworm.

Bodemberoerende activiteiten, zoals bijvoorbeeld sleepnetvisserij, kunnen onmiddellijke sterfte van Schelpkokerwormen tot gevolg hebben. De wormen worden bij dergelijke activiteiten respectievelijk kapot getrokken, opgezogen of begraven.

Effectrelatie 7: effect van bodemberoering op vertroebeling.

Tijdens bodemberoerende werkzaamheden wordt zand of slib van de bodem in suspensie gebracht. De mate van vertroebeling is afhankelijk van meerdere parameters, bijvoorbeeld het beroeren van het oppervlak, de duur van de werkzaamheden, de heersende stroming en het materiaal dat in suspensie gaat.

Effectrelatie 8: effect bodemberoering op predatoren.

Boomkorvisserij heeft een effect op zowel de bodemvissen als op de grotere bodemdieren. Ook bij garnalenvisserij is dit het geval, daar zijn bodemvissen bijvangst

11.2 Nonnetje

Nonnetjes zijn indicatief voor habitattype 1110 (hoofdstuk 4).

11.2.1 Morfodynamica en waterkwaliteit

- paragraaf 5.5.2 Nonnetje (*Macoma balthica*), pag. 78

- Hoofdstuk 3 Morfologische processen en ontwikkelingen, pag. 21

Effectrelatie 1: de invloed van morfodynamica en waterkwaliteit op de verspreiding van het Nonnetje

De verspreiding van Nonnetjes wordt aangestuurd door de morfodynamica van het gebied, onder andere omdat deze dieren voorkeur hebben voor ondiepe gebieden en fijnere sedimenten.

Effectrelatie 2: de invloed van morfodynamica en waterkwaliteit op het voedsel van de Nonnetjes.

De voedselvoorziening en –beschikbaarheid is in grote mate afhankelijk van het doorzicht. Vertroebeling veroorzaakt afname van licht, waardoor de fytoplanktonbloei afneemt. Tevens neemt met een toename van vertroebeling de concentratie gesuspenderde anorganische deeltjes toe, dat heeft een negatief effect op de voedselbeschikbaarheid.

Effectrelatie 3: effect van morfodynamica op predatoren.

De grotere bodemdieren die zich voeden met het

Nonnetje, stellen eigen morfodynamische eisen aan het habitat.

11.2.2 Voedsel

- paragraaf 5.5.2 Nonnetje (*Macoma balthica*), pag. 78

Effectrelatie 4: invloed van voedsel op de Schelpkokerworm

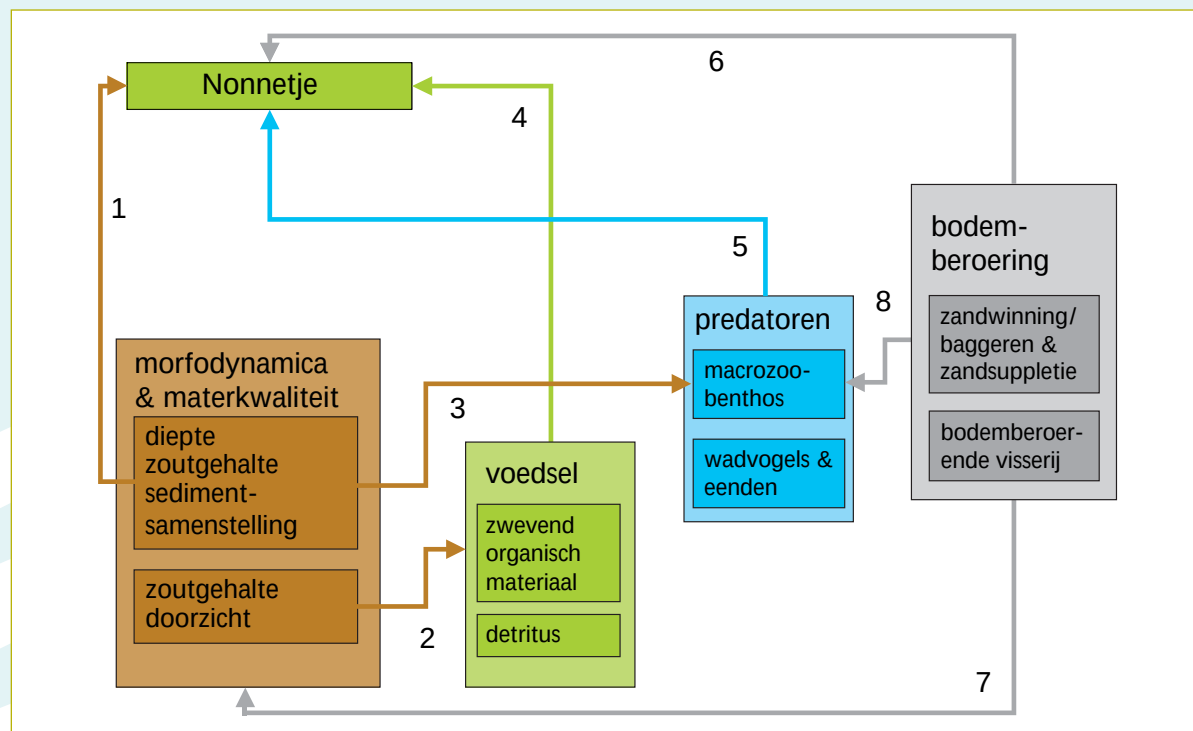
Het Nonnetje is zowel filterfeeder als deposit feeder. De lokale omstandigheden bepalen welke van de twee foerageermethoden op dat moment effectief is.

11.2.3 Predatoren

- paragraaf 5.5.2 Nonnetje (*Macoma balthica*), pag. 78

Effectrelatie 5: invloed van predatoren op de Schelpkokerworm.

In de planktonische fase worden Nonnetjes door planktoneters gegeten. Als de Nonnetjes volgroeid zijn, dienen ze als voedsel voor diverse vogelsoorten, zoals Steltlopers en Duikeenden. Ook diverse soorten grote bodemdieren eten Nonnetjes.





11.2.3 Bodemberoering

- paragraaf 5.5.2 Nonnetje (*Macoma balthica*), pag. 78
- Hoofdstuk 10 Beroepsvisserij: huidige vormen en intensiteit, pag. 177

Effectrelatie 6: effect van bodemberoering op de overleving van Nonnetjes

Kokkelvisserij en aaswinning hebben effect op de overleving van Nonnetjes. Daarnaast hebben ook zandwinning, baggeren en storten en zandsuppleties een direct effect op het voorkomen omdat de Nonnetjes daardoor verwijderd of begraven worden.

Effectrelatie 7: effect van bodemberoering op morfodynamica.

Tijdens bodemberoerende werkzaamheden wordt zand of slib van de bodem in suspensie gebracht (=zweven in het water). De mate van vertroebeling is afhankelijk van meerdere parameters: het beroeren van het oppervlak, de duur van de werkzaamheden, de heersende stroming en het materiaal dat in suspensie wordt gebracht. Daarnaast hebben bodemberoerende activiteiten een effect op de bodemligging.

Effectrelatie 8: effect bodemberoering op predatoren

Naar verwachting is het effect van bodemberoering op predatoren van het Nonnetje even groot als het effect daarvan op Nonnetjes.

11.3 Jonge Haring

Haring van 0 tot 2 jaar is verbonden aan het habitatype 1110. Deze Haring is nog niet paairijp en wordt ook wel Blik genoemd. Haringlarven worden vanaf de paaigronden met de stroming meegevoerd naar de Nederlandse kust. Zij blijven tot het eind van de zomer vlak voor de kust. In de winterperiode trekken de één- jarige Haringen naar dieper water.

11.3.1 Morfodynamica en waterkwaliteit

- paragraaf 6.2.1 Auto-ecologie, pag. 98
- Hoofdstuk 3 Morfologische processen en ontwikkelingen, pag. 21

Effectrelatie 1: invloed van morfodynamica en waterkwaliteit in de Voordelta op jonge Haring.

Haringlarven worden meegevoerd met de stroming van de zoute paaiplaatsen naar de opgroeiplaatsen. Jonge Haring wordt aangetrokken tot gebieden waar zoet water in het zoute uitmondt (i.v.m. iets lager zoutgehalte – tot ongeveer 30 g/L - en verhoogde concentratie nutrienten) . In de koude perioden trekken ze naar dieper water. Op de plaatsen waar vis voorkomt is voedsel niet limiterend. Het voorkomen wordt dan vooral bepaald door factoren als aanwezigheid van geschikte paaigronden, de mogelijkheden voor vislarven en jonge vis om op bepaalde plaatsen te komen (processen die transport bepalen), fysische aspecten zoals temperatuur, saliniteit, zuurstofgehalte en dynamiek.

Effectrelatie 2: invloed van de morfodynamica & waterkwaliteit op het voedsel van jonge Haring.

Saliniteit heeft effect op alle voedselorganismen. Troebelheid en nutriënten zijn belangrijk voor de primaire productie. De primaire productie vormt voedsel voor hogere organismen, die op hun beurt weer voedsel zijn voor vissen. Het effect van primaire productie op voedsel van vissen is niet in het effectschema opgenomen.

11.3.2 Stapelvoedsel

- paragraaf 6.2.1 Auto-ecologie, pag. 98

Effectrelatie 3: invloed van het voedsel op jonge Haring.

Op grote schaal gezien, is de verwachting dat de verspreiding en de dichtheid van vissen in het kustgebied - net als bij vogels - bepaald worden door de beschikbaarheid van voedsel. Op plaatsen waar kleine hoeveelheden voedsel aanwezig zijn, zal ook weinig vis voorkomen.



11.3.3 Bodemberoering

- paragraaf 6.2.3 Haringvisserij, pag. 100
- hoofdstuk 3 Morfologische processen en ontwikkelingen, pag. 21
- hoofdstuk 10 Beroepvisserij: huidige vormen en intensiteit, blz. 177

Effectrelatie 4: invloed van bodemberoerende activiteiten op jonge Haring.

Haringen zijn bijvangst van de bodemvisserij op schelpdieren en garnalen. De grove mazen die gebruikt worden voor de boomkorvisserij zijn zo groot dat er weinig Haring als bijvangst is. Hoe groot de bijvangst van Haring is en hoe groot de overlevingskans van deze bijvangst is, is onbekend. Wel is bekend dat Haring gemakkelijk schubben verliest, verwacht wordt dan ook, dat de overlevingskans laag is.

Effectrelatie 5: invloed van bodemberoerende activiteiten op het voedsel van jonge Haring.

De Haring foerageert op garnalen (*Crustacea*). De

garnalenvisserij vist op garnalen die een groter formaat hebben dan de prooidieren van de Haring.

Effectrelatie 6: invloed van bodemberoerende activiteiten op de morfodynamica en waterkwaliteit.

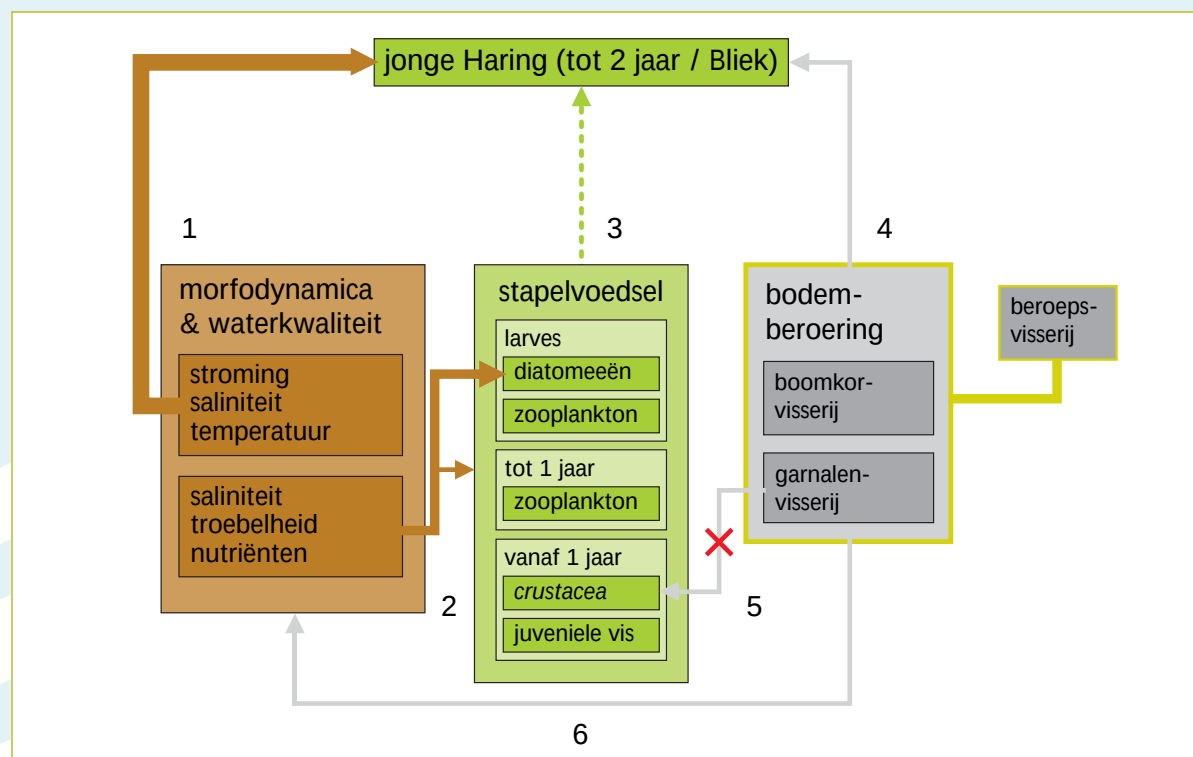
Van bodemberoering wordt verwacht dat het een korte periode vertroebeling van het water veroorzaakt.

11.4 Zandspiering

Zandspieringen zijn een indicatief kwaliteitskenmerk van habitattypen 1110 (hoofdstuk 4). Van de drie noordzeesoorten zijn het voornamelijk de gewone Zandspiering (*Ammodytus tobianus*) en de Smelt (*Hyperoplus lanceolatus*) die in ondiep kustwater voorkomen.

11.4.1 Morfodynamica en Waterkwaliteit

- paragraaf 6.3.1 Auto-ecologie, pag. 102



- hoofdstuk 3 Morfologische processen en ontwikkelingen, pag. 21

Effectrelatie 1: invloed van morfodynamica en waterkwaliteit in de Voordelta op zandspierungen.

In de winter trekken zandspierungen weg uit de kust, worden inactief en graven zich in in het zand. Zandspierungen zijn zachtjagers, bij troebel water graven zij zich ook in in het zand. De dichtheden en de grootte van de zandspierungen in het sediment zijn afhankelijk van de hoeveelheid slib. Met de regressiemodelanalyse van de dichtheid is nagegaan welke factoren bepalend zijn voor de verspreiding van zandspierungen. Het blijkt dat de noord-zuid verspreiding en de maximale stroomsnelheid bij springtij significante factoren zijn.

Effectrelatie 2: invloed van morfodynamica en waterkwaliteit op het voedsel van zandspierungen

Saliniteit heeft effect op alle voedselorganismen. Troebelheid en nutriënten zijn belangrijk voor de primaire productie. De primaire productie vormt voedsel voor hogere organismen, die op hun beurt weer voedsel zijn voor vissen. Het effect van primaire productie op voedsel van vissen is niet in het effect-schema opgenomen.

11.4.2 Stapelvoedsel

- paragraaf 6.3.1 Auto-ecologie, pag. 102

Effectrelatie 3: invloed van het voedsel op zandspierungen

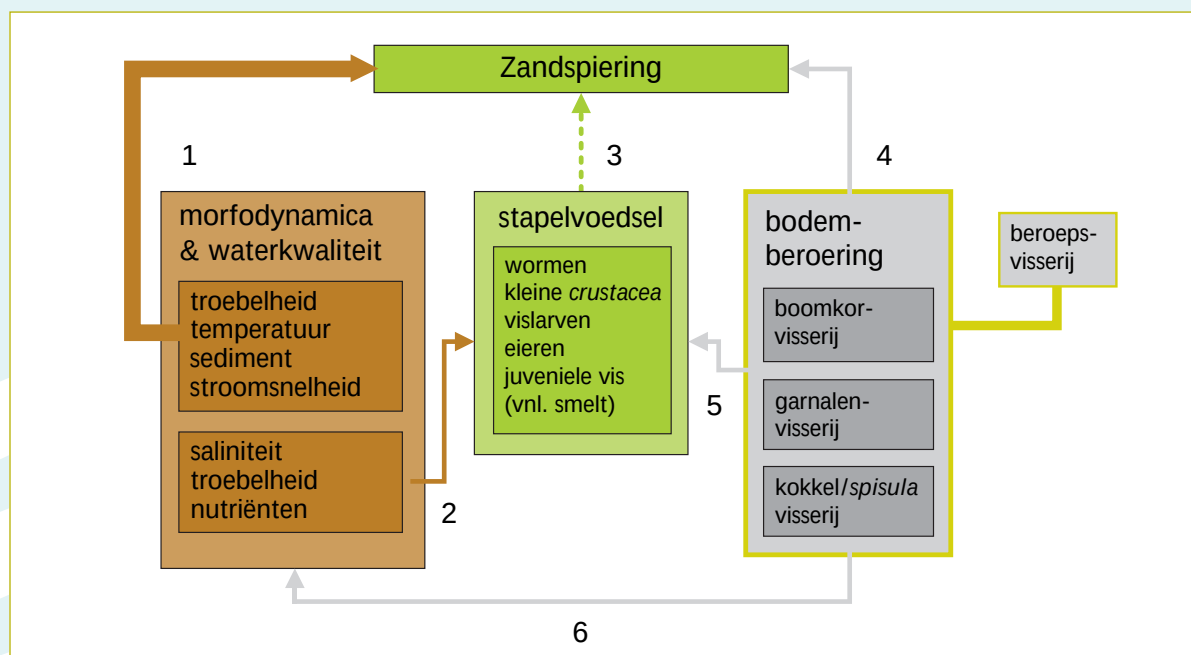
Op grote schaal gezien is de verwachting dat de verspreiding en de dichtheid van vissen in het kustgebied - net als bij vogels - bepaald wordt door de beschikbaarheid van voedsel. Op plaatsen waar kleine hoeveelheden voedsel aanwezig zijn, zal ook weinig vis voorkomen.

11.4.3 Bodemberoering

- paragraaf 6.3.3 Zandspierungvisserij, pag. 103
- hoofdstuk 3 Morfologische processen en ontwikkelingen, pag. 21
- hoofdstuk 10 Beroepsvisserij: huidige vormen en intensiteit, blz. 177

Effectrelatie 4: invloed van bodemberoerende activiteiten op zandspierungen

Zandspierungen zijn bijvangst van de odemvisserij op schelpdieren en garnalen. De grove mazen die gebruikt worden voor de boomkorvisserij zullen te groot zijn om veel zandspierung als bijvangst te vangen. Hoe groot de bijvangst en de overlevingskans



van de zandspieren is, is onbekend. Zandwinning kan verstorend werken door het beschadigen van geschikte paaiplassen. Met de zandwinning kunnen ook flinke hoeveelheden zandspieren worden opgezogen, maar de zandwinningindustrie zal dit proberen te voorkomen, omdat het gewonnen zand daardoor onbruikbaar kan worden. In Nederland is er geen zandwinning binnen de 20 meter dieptelijn.

Het effect van Kokkel- en *Spisulavisserij* lijkt op het effect van zandwinning, bovendien wordt daarbij wel binnen de 20 meter dieptelijn gevestigd. Om een potentieel risico te vormen moeten schelpdieren en zandspieren dus voor hetzelfde habitat kiezen.

Effectrelatie 5: invloed van bodemberoerende activiteiten op het voedsel van zandspieren.

Prooidieren van zandspieren zijn over het algemeen te klein om te worden gevangen door de netten van de garnalenvisserij. Wel ondervinden wormen een negatief effect van bodemvisserij. Of dit een nadeel is voor vissen is onbekend.

Effectrelatie 6: invloed van bodemberoerende activiteiten op de morfodynamica en waterkwaliteit.

Van bodemberoering wordt verwacht dat het een korte periode van vertroebeling van het water ver-

oorzaakt. Voor het vangen van schelpdieren wordt het sediment gezeefd, waardoor zand van slib wordt gescheiden. Schelpdiervisserij veroorzaakt bij het bevissen van een grotere oppervlakte en vooral bij een herhaaldelijk bevissen van hetzelfde gebied voor veranderingen in de sedimentsamenstelling.

11.5 Grondel

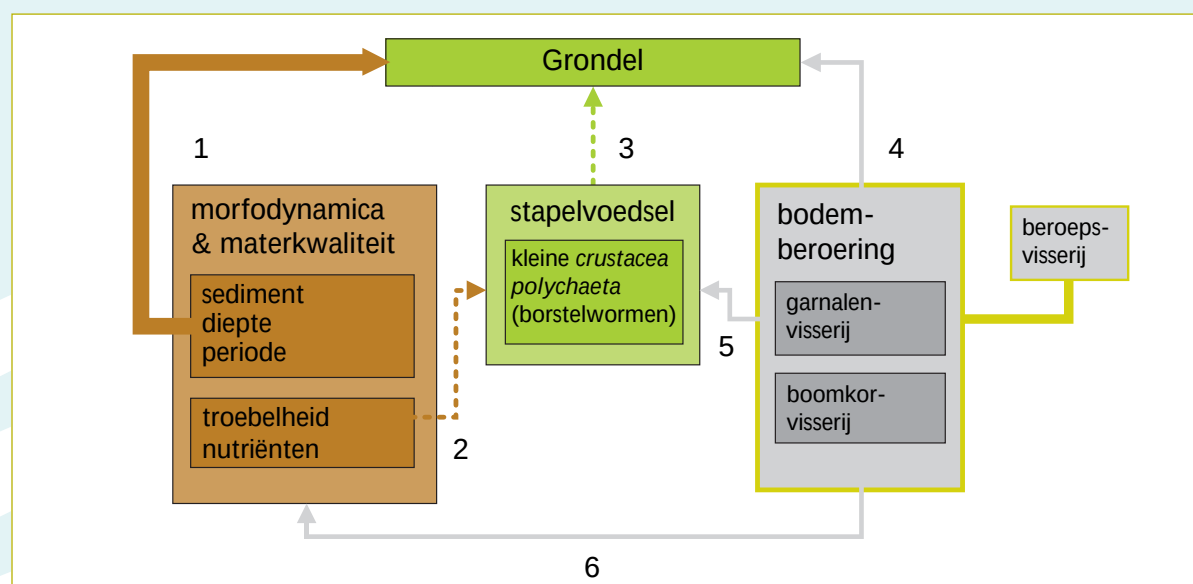
Grondels zijn een indicatief kwaliteitskenmerk van habitattype 1110.

11.5.1 Morfodynamica en Waterkwaliteit

- paragraaf 6.4.1 Auto-ecologie, pag. 104
- hoofdstuk 3 Morfologische processen en ontwikkelingen, pag. 21

Effectrelatie 1: invloed van de morfodynamica en waterkwaliteit in de Voordelta op de grondels

Grondels worden vooral gevonden in ondiep water en hebben een voorkeur voor een zachte ondergrond. Voor het afzetten van eieren is het substraat ook van belang. Uit een variantieanalyse van de dichtheid blijkt, dat sediment een bepalende factor is voor het voorkomen van de grondels.





Effectrelatie 2: invloed van de morfodynamica en waterkwaliteit op het voedsel van de grondels.

De saliniteit heeft effect op alle voedselorganismen. Troebelheid en nutriënten zijn belangrijk voor de primaire productie. De primaire productie vormt voedsel voor hogere organismen, die op hun beurt weer voedsel zijn voor vissen. Het effect van primaire productie op voedsel van vissen, is niet in het effectschema opgenomen. Grondels komen over een brede saliniteitsgradiënt voor. Daarom is de verandering van de samenstelling van voedsel over de saliniteitsgradiënt geen beperkende factor.

11.5.2 Stapelvoedsel

- paragraaf 6.4.1 Auto-ecologie, pag. 104

Effectrelatie 3: invloed van het voedsel op de grondels

.Op grote schaal gezien, is de verwachting dat de verspreiding en de dichtheid van vissen in het kustgebied - net als bij vogels - bepaald wordt door de beschikbaarheid van voedsel. Op plaatsen waar kleine hoeveelheden voedsel aanwezig zijn, zal ook weinig vis voorkomen.

11.5.3 Bodemberoering

- paragraaf 6.4.3 Grondels als bijvangst, pag. 106;
- hoofdstuk 3 Morfologische processen en ontwikkelingen, blz. 21
- Hoofdstuk 10 Beroepsvisserij: huidige vormen en intensiteit, blz. 177

Effectrelatie 4: invloed van bodemberoerende activiteiten op grondels

Grondels zijn bijvangst van garnalenvisserij, hoe groot het effect hiervan is op de populatie is onbekend.

Te verwachten is dat bodemberoerende activiteiten effect hebben op grondels, omdat paaisubstraat beschadigd of vernietigd wordt.

Effectrelatie 5: invloed van bodemberoerende activiteiten op het voedsel van de grondels

Prooidieren van grondels zijn over het algemeen te klein om te worden gevangen in de netten van de garnalenvisserij. Wormen ondervinden een negatief

effect van bodemvisserij. Of dit een nadeel is voor vissen is niet bekend.

Effectrelatie 6: invloed van bodemberoerende activiteiten op de morfodynamica en waterkwaliteit.

Van bodemberoering wordt verwacht dat het een korte periode vertroebeling van het water veroorzaakt. Voor het vangen van schelpdieren wordt het sediment gezeefd, waardoor zand van slib wordt gescheiden. Schelpdiervisserij veroorzaakt bij het bevissen van een grotere oppervlakte en vooral bij een herhaaldelijk bevissen van hetzelfde gebied voor veranderingen in de sedimentsamenstelling.

11.6 Ondermaatse Schol

Niet paairijpe, ondermaatse Schol gebruikt habitattype 1110 om op te groeien, en is een indicatief kwaliteitskenmerk van habitattype 1110.

11.6.1 Morfodynamica en Waterkwaliteit

- paragraaf 6.5.1 Auto-ecologie, pag. 107
- hoofdstuk 3 Morfologische processen en ontwikkelingen, pag. 21

Effectrelatie 1: invloed van de morfodynamica en waterkwaliteit in de Voordelta op ondermaatse Schol.

De eieren en larven van Schollen worden passief door de stroming getransporteerd richting de ondiepe kustzone. De eerste maand in de kustzone brengen de larven door op de getijdenplaten, daarna migreren schollen met het getij mee de platen op om te foerageren. Bij een dalende watertemperatuur in de winter migreren ze naar dieper water. De dichtheid van schollarven neemt toe als de zandkorrelgrootte toeneemt. De groeisnelheid van schollarven wordt uitsluitend bepaald door watertemperatuur.

Effectrelatie 2: invloed van de morfodynamica en waterkwaliteit op het voedsel van ondermaatse Schol.

De saliniteit heeft effect op alle voedselorganismen.



Troebelheid en nutriënten zijn belangrijk voor de primaire productie. De primaire productie vormt voedsel voor hogere organismen, die op hun beurt weer voedsel zijn voor vissen. Het effect van primaire productie op voedsel van vissen is niet in het effectschema opgenomen.

11.6.2 Stapelvoedsel

- paragraaf 6.5.1 Auto-ecologie, pag. 107

Effectrelatie 3: invloed van het voedsel op ondermaatse Schol.

De Schol is een van de belangrijkste predatoren van bodemorganismen in de Noordzee. Uit groeionderzoek in de opgroeigebieden van Schol blijkt, dat voedsel geen beperkende factor is.

11.6.3 Bodemberoering

- paragraaf 6.5.3 Scholvisserij, pag. 112
- hoofdstuk 3 Morfologische processen en ontwikkelingen, pag. 21
- hoofdstuk 10 Beroepsvisserij: huidige vormen en intensiteit, pag. 177

Effectrelatie 4: invloed van bodemberoerende activiteiten op ondermaatse Schol.

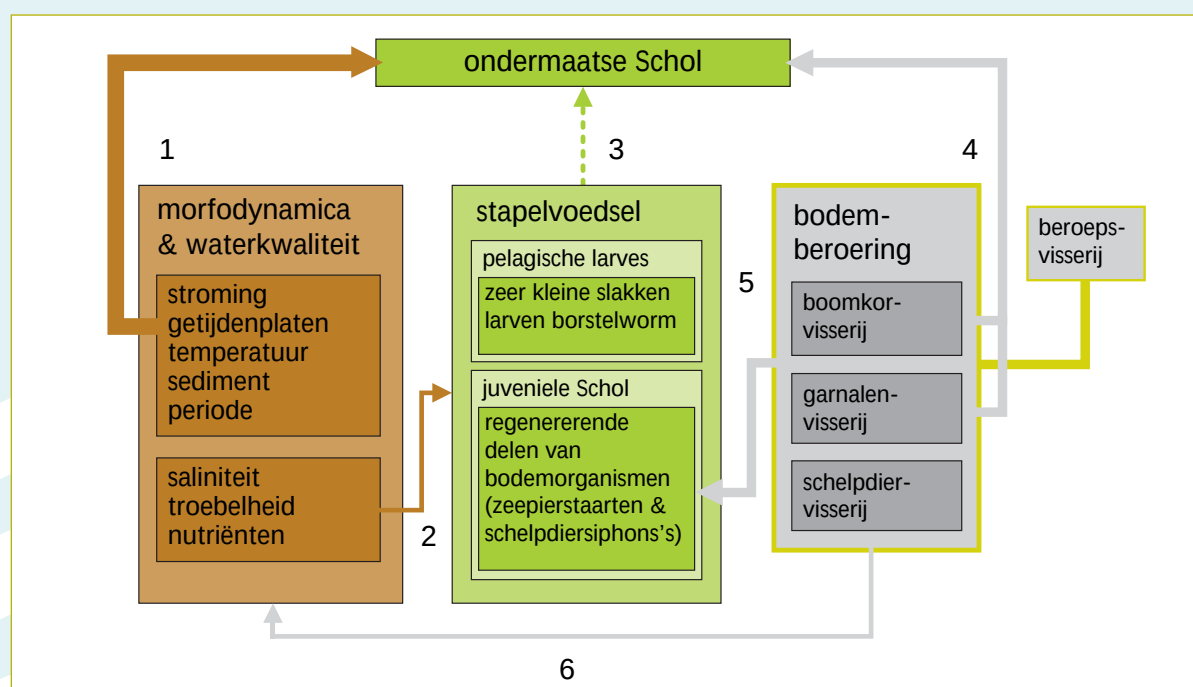
Er is een hoge bijvangst van ondermaatse Schol bij gemengde platvisserij met een maaswijdte van 80 mm.

Effectrelatie 5: invloed van bodemberoerende activiteiten op het voedsel van ondermaatse Schol.

Bodemberoerende visserij heeft veel effect op bodemdieren door het al dan niet gericht wegvangen of beschadigen. Bodemdieren zijn de belangrijkste voedselbron voor jonge Schol. Omdat bij het omwoelen van de bodem ook voedsel beschikbaar komt voor de Schol is het onbekend of bodemberoering een negatief effect heeft op Schol.

Effectrelatie 6: invloed van bodemberoerende activiteiten op de morfodynamica en waterkwaliteit.

Van bodemberoering wordt verwacht dat het een korte periode van vertroebeling van het water veroorzaakt. Voor het vangen van schelpdieren wordt het sediment gezeefd, waardoor zand van slib wordt gescheiden. Schelpdiervisserij zorgt bij



het bevissen van een grotere oppervlakte en vooral bij een herhaaldelijk bevissen van hetzelfde gebied voor veranderingen in sedimentsamenstelling.

11.7 Schurftvis

Schurfvissen zijn een indicatief kwaliteitskenmerk van habitattype 1110.

11.7.1 Morfodynamica en waterkwaliteit

- paragraaf 6.6.1 Auto-ecologie, pag. 113
- hoofdstuk 3 Morfologische processen en ontwikkelingen, pag. 21

Effectrelatie 1: invloed van de morfodynamica & waterkwaliteit in de Voordelta op de Schurftvis

De Schurftvis heeft een voorkeur voor gebieden met een hoog slibgehalte, maar wordt ook op zandbodems gevonden. Uit een regressiemodelanalyse van de dichtheid blijkt, dat de factoren sediment en diepte significante factoren zijn voor het voorkomen van de Schurftvis. Verwacht wordt dat de Schurftvis reageert op de watertemperatuur. Omdat de Schurftvis gezien wordt als een zichtjager, is de verwachting dat vertroebeling een effect

op het voorkomen van Schurftvis heeft.

Op de plaatsen waar vissen voorkomen is voedsel niet limiterend. op die plaatsen wordt de dichtheid vooral bepaald door andere factoren, zoals aanwezigheid van geschikte paaigronden, de mogelijkheden voor vislarven en jonge vis om op bepaalde plaatsen te komen (processen die transport bepalen) en fysische aspecten als temperatuur, saliniteit, zuurstofgehalte en dynamiek.

Effectrelatie 2: invloed van de morfodynamica en waterkwaliteit op het voedsel van de Schurftvis

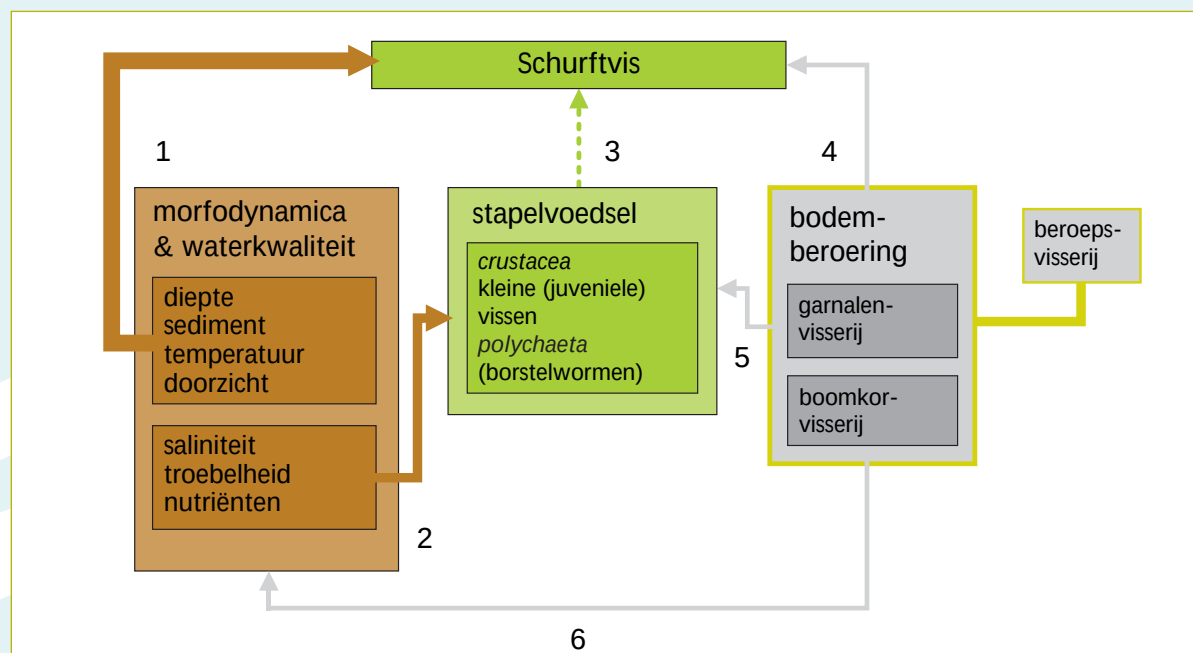
De saliniteit heeft effect op alle voedselorganismen. Troebelheid en nutriënten zijn belangrijk voor de primaire productie en heeft daarmee effect op de voedselorganismen. Het effect van primaire productie op voedselorganismen van Schurftvis, zijn niet in het effectschema opgenomen.

11.7.2 Stapelvoedsel

- paragraaf 6.6.1 Auto-ecologie, pag. 113

Effectrelatie 3: invloed van het voedsel op de Schurftvis.

Op grote schaal gezien, is de verwachting dat de verspreiding en de dichtheid van vissen in het





kustgebied - net als bij vogels - bepaald wordt door de beschikbaarheid van voedsel. Op plaatsen waar kleine hoeveelheden voedsel aanwezig zijn, zal ook weinig vis voorkomen.

11.7.3 Bodemberoering

- (paragraaf 6.6.3 Schurftvis als bijvangst, blz. 116
- hoofdstuk 3 Morfologische processen en ontwikkelingen, blz. 21
- hoofdstuk 10 Beroepsvisserij: huidige vormen en intensiteit, blz. 177

Effectrelatie 4: invloed van bodemberoerende activiteiten op de Schurftvis

De Schurftvis is voornamelijk bijvangst van de garnalenvisserij. Omdat de soort te klein (max. 20 cm) is voor de mazen van boomkorren, zijn zij nauwelijks bijvangst bij deze vorm van visserij. De overlevingskans voor de Schurftvis als bijvangst van de garnalenvisserij is onbekend. Wel is bekend dat de soort zijn schubben gemakkelijk verliest, daarom wordt een geringe overlevingskans verwacht.

Effectrelatie 5: invloed van bodemberoerende activiteiten op het voedsel van de Schurftvis.

Prooidieren van de Schurftvis zijn over het algemeen te klein om te worden gevangen in de netten van de garnalenvisserij. Polychaeta (borstelwormen) kunnen effect van bodemvisserij ondervinden.

Effectrelatie 6: invloed van bodemberoerende activiteiten op de morfodynamica en waterkwaliteit.

Van bodemberoering wordt verwacht dat het een korte periode vertroebeling van het water veroorzaakt.

11.8 Zwarte Zee-eend

Zwarte Zee-eenden zijn indicatief voor habitattypen 1110 (hoofdstuk 4). Verwacht wordt, dat deze soort een direct effect zal ondervinden van de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Het voorkomen van de Zwarte Zee-eenden in de Voordelta heeft

een duidelijk seizoenspatroon: in de winter en in het voorjaar zijn ze het talrijkst. In de Voordelta zijn de meeste Zwarte Zee-eenden doortrekkers of wintergasten; een vrij klein aantal verblijft er ook in zomer. De meeste Zwarte Zee-eenden zijn te vinden bij de Banjaard (ten westen van Schouwen-Duiveland) en aan de noordzijde van de Brouwersdam.

11.8.1 Stapelvoedsel

- paragraaf 7.2.1 Autoecologie, pag. 121
- paragraaf 5.7 Bodemdieren als voedsel, pag. 82

Effectrelatie 2: invloed van voedsel op de Zwarte Zee-eend.

Van Zwarte Zee-eenden is bekend dat zij zich verzamelen rond schelpdierbanken. Het stapelvoedsel *Spisula* komt momenteel nauwelijks voor in de Voordelta en is dus geen belangrijke voedselbron meer. Dit is in het schema aangegeven met een rode balk. Het hoofdvoedsel van Zwarte Zee-eenden in de Voordelta bestaat uit *Ensis* spec.

11.8.2 Rustverstoring

- paragraaf 7.2.1 Autoecologie, pag. 121
- hoofdstuk 9 Recreatie: huidige vormen en intensiteit, pag. 166
- hoofdstuk 10 Beroepsvisserij: huidige vormen en intensiteit, pag. 177

Effectrelatie 1: invloed van rustverstoring op de Zwarte Zee-eend

Het is bekend dat de Zwarte Zee-eend bijzonder gevoelig is voor verstoring. Verwacht wordt, dat de afstand naar de verschillende vormen van waterrecreatie meer dan 500 m moet zijn. Een aantal concentratiegebieden van de Zwarte Zee-eenden overlappen of liggen nabij gebieden die gebruikt worden door waterrecreatie. Dit heeft als gevolg, dat verschillende vormen van waterrecreatie een verstoringbron vormen voor de Zwarte Zee-eend. Verwacht wordt, dat de vluchtafstand van de Zwarte Zee-eend ten opzichte van kitesurfers groter is dan die voor scheepvaart. Voedselconcurrentie is de grootste invloed die de visserij op het voorkomen van de Zwarte Zee-eend



uitoefent. (aangegeven met een gele link in het schema). Een kleinere, maar directe verstoring is vissen op schelpdierrijke gebieden waar Zee-eenden zich concentreren. In de Voordelta vindt de slagpenrui tijdens de zomermaanden plaats, in die maanden zijn de Zwarte Zee-eenden gevoeliger voor verstoringen. Juist in de zomermaanden wordt er veel waterrecreatie beoefend. Buiten het zomerseizoen neemt de intensiteit van waterrecreatie langzaam toe door seizoensverbreding.

11.8.3 Bodemberoering

- paragraaf 5.7 Bodemdieren als voedsel, pag. 82;
- hoofdstuk 10 Beroepsvisserij: huidige vormen en intensiteit, pag. 177

Effectrelatie 3: invloed van bodemberoerende visserij op het voedsel van de Zwarte Zee-eend.

Door visserij met boomkorren en garnalenkorren beschadigen schelpdierbanken. Boomkorvisserij in de Voordelta heeft een destructieve werking op bodemdieren. Garnalenvisserij is minder schadelijk, maar heeft toch grote gevolgen voor de bodemdieren in gebieden die meerdere malen per jaar bevist worden. In die gebieden krijgen schelpenbanken geen kans om zich te herstellen. Verwacht wordt

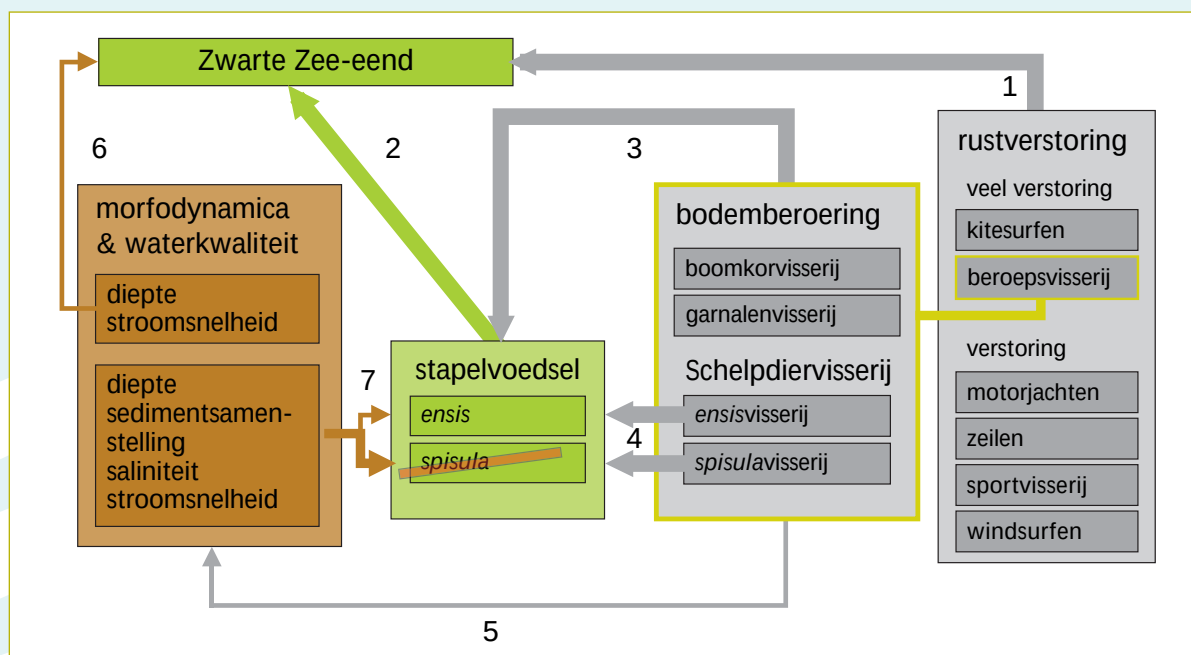
dat deze locaties daardoor als foerageerlocatie minder interessant worden voor Zwarte Zee-eenden.

Effectrelatie 4: invloed van schelpdiervisserij op het voedsel van de Zwarte Zee-eend.

Het bodemberoerende effect van schelpdiervisserij is het minder dan bij andere vormen van bodemberoerende visserij. Maar schelpdiervisserij onttrekt wel specifiek de voedselbronnen van Zwarte Zee-eenden aan het gebied. Het effect van overbevissing kan voor schelpdieretende eenden groot zijn, zoals al is waargenomen bij Eidereenden in de Waddenzee.

Effectrelatie 5: invloed van bodemberoering op morfodynamica en waterkwaliteit.

Van bodemberoering wordt verwacht dat het een korte periode van vertroebeling van het water veroorzaakt. Voor het vangen van schelpdieren wordt het sediment gezeefd, waardoor zand van slib wordt gescheiden. Schelpdiervisserij veroorzaakt bij het bevissen van een grotere oppervlakte en vooral bij een herhaaldelijk bevissen van hetzelfde gebied voor veranderingen in de sedimentsamenstelling.





11.8.4 Morfodynamica en waterkwaliteit

- paragraaf 7.2.1 Autoecologie, pag. 121
- paragraaf 5.7 Bodemdieren als voedsel, pag. 82
- hoofdstuk 3 Morfologische processen en ontwikkelingen, pag. 21

Effectrelatie 6: invloed van de morfodynamica en waterkwaliteit in de Voordelta op de Zwarte Zee-eend.

De Zwarte Zee-eend is in staat om tot een diepte van 20 m te duiken, maar verzamelt zijn voedsel bij voorkeur op dieptes tussen de 2 en de 4 m. Tijdens het rusten verblijven Zwarte Zee-eenden op het water waardoor ze door stroming verwijderd raken van hun voedselgebieden. Gebieden met een sterke zeestroming lijken daarom ongunstig. Momenteel is er geen sterke zeestroming in de Voordelta.

Effectrelatie 7: invloed van de morfodynamica en waterkwaliteit in de Voordelta op het voedsel van de Zwarte Zee-eend.

Uit een variantieanalyse bleek dat de verspreiding van *Ensis spec.* in de Voordelta nauwelijks door abiotische factoren (zoals diepte, saliniteit) te verklaren is. De verspreiding van de Halfgeknotte Strandschelp kon wel enigszins worden verklaard door de factoren diepte en sedimentsamenstelling. Er wordt door de aanleg van de Tweede Maasvlakte weinig tot geen effect op deze abiotische variabelen verwacht.

11.9 Eidereend

Eidereenden zijn indicatief voor habitattype 1110 (hoofdstuk 4). De Eidereend is het jaarrond aanwezig in de Voordelta met een duidelijke piek tijdens de wintermaanden. Het grootste deel van de Eidereenden overwintert in de Waddenzee.

11.9.1 Stapelvoedsel

- paragraaf 7.3.1 Autoecologie, pag. 129
- 5.7 Bodemdieren als voedsel, pag. 82

Effectrelatie 2: invloed van voedsel op de Eidereend.

De Kokkel (*Cerastoderma edule*) is een belangrijke voedselbron voor Eidereenden. In de Voordelta komen Kokkels alleen voor in de Haringvlietmonding, de laatste jaren in lage dichtheden. *Ensis spec.* is wel voldoende aanwezig en wordt gezien als belangrijkste voedselbron van de Eidereend in de Voordelta, maar waar mogelijk eet de eend Kokkels. De verwachting is, dat de Eidereend minder selectief is in zijn voedselkeuze dan de Zwarte Zee-eend, en gemakkelijker zijn hoofdvoedsel aanpast aan schommelingen in het voorkomen van de verschillende schelpdiersoorten.

11.9.2 Rustverstoring

- paragraaf 7.2.1 Autoecologie, pag. 121
- hoofdstuk 9 Recreatie: huidige vormen en intensiteit, pag. 163

Effectrelatie 1: invloed van rustverstorende factoren op de Eidereend.

Verwacht wordt, dat de Eidereend verstoord wordt door dezelfde verstoringsbronnen als de Zwarte Zee-eend. Eidereenden reageren minder sterk op verstoring dan andere eendensoorten. Maar ook Eidereenden zijn tijdens de ruiperiode (mei tot juli) een stuk gevoeliger voor verstoring. In die periode kunnen ze niet vliegen. Eidereenden gaan graag aan land als ze niet foerageren, vooral als ze in de rui zijn. Vanaf mei, in ruiperiode van de Eidereend, neemt de intensiteit van de verschillende vormen van waterrecreatie flink toe. In de zomermaanden blijft het aantal waterrecreanten gelijk. Ook in de maanden na de zomer is in de Voordelta waterrecreatie te vinden, omdat het recreatie seizoen breed is. Verwacht wordt, dat de Eidereend vooral voordeel heeft bij meer rust op en nabij droogvallende platen, zeker in de periode mei tot juli.

11.9.3 Bodemberoering

- paragraaf 5.7 Bodemdieren als voedsel, pag. 82
- hoofdstuk 10 Beroepsvisserij: huidige vormen en intensiteit, blz. 177



Effectrelatie 3: invloed van bodemberoerende visserij op het voedsel van de Eidereend.

Door visserij met boomkorren en garnalenkorren beschadigen schelpdierbanken. Boomkorvisserij in de Voordelta heeft een destructieve werking op bodemdieren. Garnalenvisserij is minder schadelijk, maar heeft toch grote gevolgen voor de bodemdieren in gebieden die meerdere malen per jaar bevestigd worden. In die gebieden krijgen schelpenbanken geen kans om zich te herstellen. Verwacht wordt dat deze locaties daardoor als foerageerlocatie minder interessant worden voor Zee-eenden. Verwacht wordt dat deze locaties hierdoor als foerageerlocatie minder interessant worden voor Eidereenden.

Effectrelatie 4: invloed van schelpdiervisserij op het voedsel van de Zwarte Zee-eend.

Het bodemberoerende effect van schelpdiervisserij is het minder dan bij andere vormen van bodemberoerende visserij. Maar schelpdiervisserij onttrekt wel specifiek de voedselbronnen van Eidereenden aan het gebied. Het effect van overbevissing kan voor schelpdieretende eenden groot zijn, zoals al is waargenomen bij Eidereenden in de Waddenzee.

Effectrelatie 5: invloed van bodemberoering op de morfodynamica en waterkwaliteit.

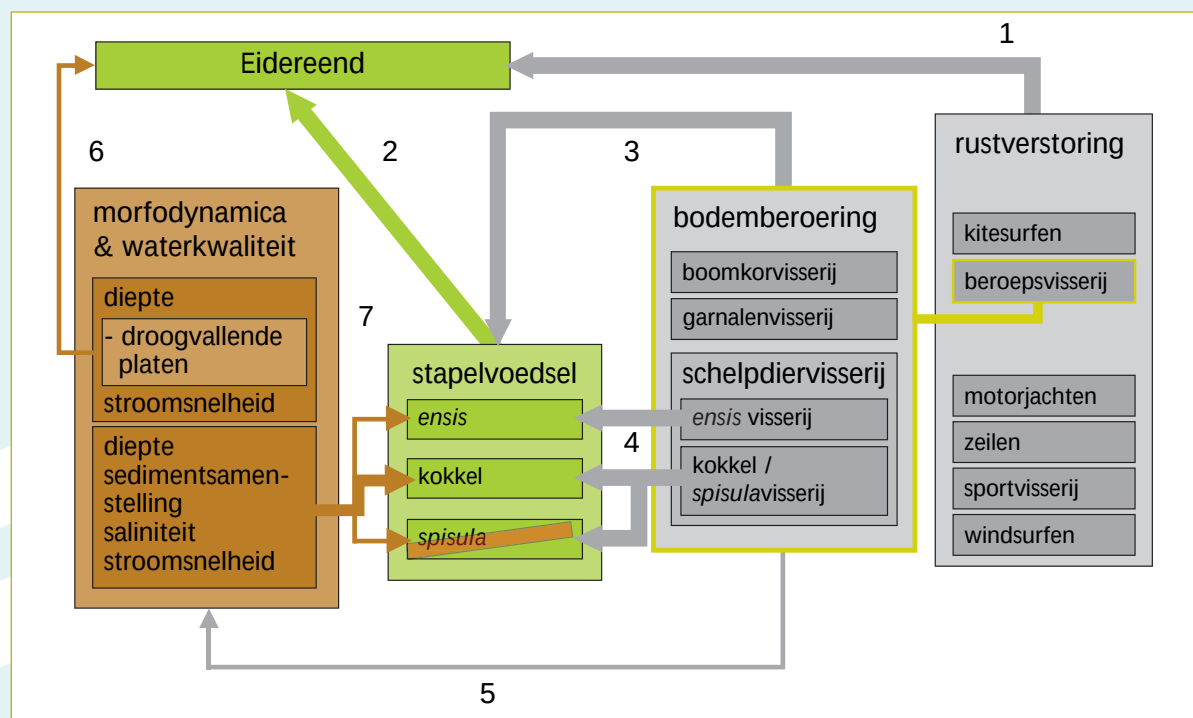
Van bodemberoering wordt verwacht dat het een korte periode van vertroebeling van het water veroorzaakt. Voor het vangen van schelpdieren wordt het sediment gezeefd, waardoor zand van slib wordt gescheiden. Schelpdiervisserij veroorzaakt bij het bevissen van een grotere oppervlakte en vooral bij een herhaaldelijk bevissen van hetzelfde gebied voor veranderingen in de sedimentsamenstelling.

11.9.4 Morfodynamica en waterkwaliteit

- paragraaf 7.3.1 Autoecologie, pag. 129
- paragraaf 5.7 Bodemdieren als voedsel, pag. 82
- hoofdstuk 3 Morfologische processen en ontwikkelingen, pag. 21

Effectrelatie 6: invloed van de morfodynamica en waterkwaliteit in de Voordelta op de Eidereend.

De Eidereend is in staat om tot een diepte van 10 m te duiken, maar verzamelt zijn voedsel bij voorkeur op dieptes minder dan 3 meter. Tijdens het rusten gaan Eidereenden aan land, als het mogelijk is in de buurt van hun voedselgebieden. Tevens kunnen



Eidereenden rusten op droogvallende platen. Wanneer Eidereenden tijdens het rusten op het water blijven, kunnen zij door stroming verwijderd raken van hun voedselgebieden. Gebieden met een sterke zeestroming lijken daarom ongunstig. Momenteel is er geen sterke zeestroming in de Voordelta.

Effectrelatie 7: invloed van de morfodynamica en waterkwaliteit in de Voordelta op het voedsel van de Eidereend.

Uit een deviatieanalyse die is uitgevoerd met verschillende abiotische variabelen (zoals diepte, saliniteit) bleek dat de verspreiding van Ensis spec. in de Voordelta nauwelijks door abiotische factoren te verklaren is. De verspreiding van Kokkels in de Voordelta was wel te verklaren door de factoren sedimentsamenstelling en saliniteit. Er wordt door de aanleg van de Tweede Maasvlakte weinig tot geen effect op deze abiotische variabelen verwacht.

Stern direct effect ondervindt van de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Het voorkomen van de Grote Stern in de Voordelta wordt bepaald door de beschikbaarheid van geschikt voedsel in combinatie met goed doorzicht, de afstand tot de broedkolonies en de aanwezigheid van droogvallende platen. Momenteel gebruikt de Grote Stern rondom de Voordelta broedlocaties op Schouwen-Duiveland en bij het Haringvliet.

11.10.1 Stapelvoedsel

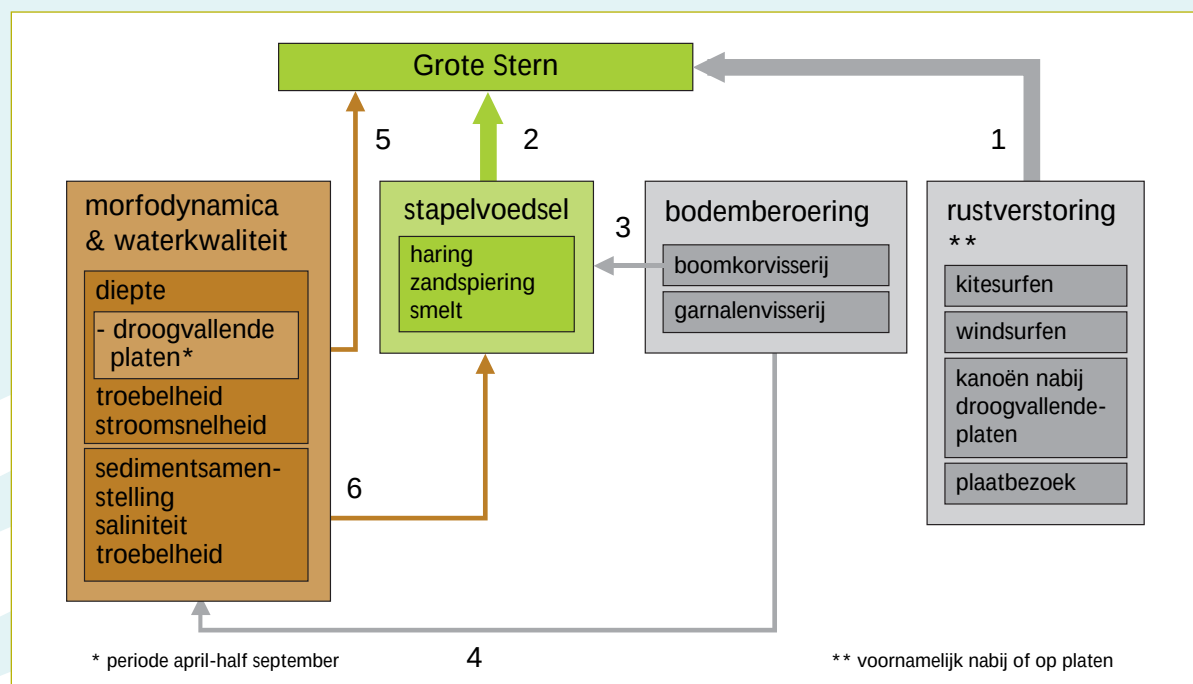
- paragraaf 7.4.1 Auto-ecologie, pag. 133
- hoofdstuk 6 Het voorkomen van vissen en het ecologische profiel van vijf soorten, pag. 93

Effectrelatie 2: invloed van voedsel op de Grote Stern.

De Grote Stern eet uitsluitend vis en is gespecialiseerd in het eten van energierijke vissoorten. In de Voordelta eten zij voornamelijk Haring, Zandspiering, Sprot en Smelt. Vanaf de broedlocaties heeft de Grote Stern een foerageerbereik van ruim 30 kilometer. De factoren die veranderingen in voedselaanbod en de intrek van Haring, Zandspiering,

11.10 Grote Stern

Grote Sterns zijn indicatief voor habitattype 1110 (hoofdstuk 4). De verwachting is dat de Grote





Smelt en andere vissen bepalen, liggen buiten de Voordelta. Deze veranderingen zijn dus niet meegenomen in het effectschema. De mate waarin geschikt voedsel beschikbaar is tijdens de broedperiode is van grote invloed op het gedrag van de Grote Stern en op de ontwikkeling van de populatie. In een periode van weinig voedselaanbod is het kuiken vaker omdat beide ouders op zoek gaan naar voedsel. Hierdoor nemen de risico's voor de kuikens toe.

11.10.2 Rustverstoring

- paragraaf 7.4.1 Auto-ecologie, pag. 133
- hoofdstuk 9 Recreatie: huidige vormen en intensiteit, pag. 163

Effectrelatie 1: rustverstoring door recreatieactiviteiten op of nabij droogvallende platen.

Van sterns is alleen bekend dat zij verstoord kunnen raken als zij niet vliegen. Over het algemeen laten Grote Sterns zich niet verstoren door recreatieactiviteiten op open water. In hun foerageergebied vinden geen intensieve recreatieactiviteiten plaats. Verwacht wordt, dat activiteiten op of nabij de droogvallende platen de Grote Sterns in de Voordelta het meeste verstoren. Het is de verwachting dat de waterrecreatie in de Voordelta vooral in het voor- en naseizoen toeneemt, en daarmee de kans op verstoring. Het instellen van rustgebieden zal een positief effect op de conditie van de Grote Stern hebben.

11.10.3 Bodemberoering

- paragraaf 7.4.1 Auto-ecologie, pag. 133
- hoofdstuk 6 Het voorkomen van vissen en het ecologische profiel van vijf soorten, pag. 93
- hoofdstuk 10 Beroepvisserij: huidige vormen en intensiteit, pag. 177

Effectrelatie 3: invloed van bodemberoerende visserij op het voedsel van de Grote Stern.

Visserij beïnvloedt de vispopulaties en dus het voedsel van de Grote Stern. Buiten de Voordelta heeft de visserij een invloed op de grootte van de populatie Haring en zandspiering. Zo verhoogt een

goede haringstand de kans op voldoende kleine Haring voor de Grote Stern. Binnen de Voordelta heeft de schelpdier- en de garnalenvisserij de nodige jonge en kleine vis als bijvangst. Verwacht wordt dat beide factoren een beetje invloed hebben op de hoeveelheid jonge vis in de Voordelta, wat vervolgens weer invloed kan hebben op de voedselbeschikbaarheid voor Grote Sterns.

Effectrelatie 4: invloed van bodemberoering op de morfodynamica en waterkwaliteit

Van bodemberoering wordt verwacht dat het een korte periode vertroebeling van het water veroorzaakt. vertroebeling beïnvloedt het vangstsucces van de Grote Stern, omdat het zichtjagers zijn.

11.10.4 Morfodynamica en waterkwaliteit

- paragraaf 7.4.1 Auto-ecologie, pag. 133
- hoofdstuk 6 Het voorkomen van vissen en het ecologische profiel van vijf soorten, pag. 93
- hoofdstuk 3 Morfologische processen en ontwikkelingen, blz. 21

Effectrelatie 5: invloed van morfodynamica en waterkwaliteit in de Voordelta op de Grote Stern.

Droogvallende platen zijn belangrijk voor Grote Sterns in het broedseizoen. Verwacht wordt dat niet het areaal, maar de ligging van de droogvallende platen ten opzichte van de broedkolonies van belang is. De morfologie in het Zeereservaat wordt door de aanleg van de Tweede Maasvlakte naar verwachting niet noemenswaardig veel veranderd. In een dynamisch kuststelsel met zeegaten komen over het algemeen genoeg geschikte foerageerlocaties voor de Grote Stern voor. De Grote Stern is een zichtjager. Daarmee is de waterhelderheid voor de Grote Stern van invloed op het vangstsucces. Verwacht wordt dat wanneer het doorzicht toeneemt, de Grote Stern gemakkelijker prooi kan waarnemen, maar dat de vissen de Grote Stern dan ook beter kunnen zien (en daarmee vluchten voor hun predator). Het tegengestelde effect treedt op bij een afnemende helderheid. Een doorzicht van een halve meter tot 2 meter is optimaal voor de Grote Stern. In de Voordelta varieert het doorzicht sterk, waardoor de overgang tussen



troebel en helder water sterk kan zijn. Op locaties met stroming zijn vaak ook jagende roofvissen te vinden waardoor het vangsucces van sterns toeneemt. Gebieden met stroming zijn dan ook ideale foerageerlocaties voor de sterns.

Effectrelatie 6: effect van morfodynamica en waterkwaliteit op stapelvoedsel van de Grote Stern.

Van jonge Haring is bekend dat zij wordt aangetrokken door zoetwater en de neiging heeft estuaria binnen te trekken. Zandspierungen blijven op momenten van inactiviteit ingegraven in de (bijvoorkeur zandige) zeebodem, bijvoorbeeld 's nachts en bij grote troebelheid van het water (op die momenten is de zandspierung inactief omdat ze hun prooi niet kunnen zien).

Voorkomen van de Visdief in de Voordelta

Het voorkomen van de Visdief in de Voordelta wordt bepaald door de beschikbaarheid van geschikt voedsel in combinatie met de afstand tot de broedkolonies. De Visdief foerageert in het ondiepe troebele water rond droogvallende platen en gebruikt de platen om op te rusten. De foera-geerafstand van de Visdief is binnen een straal van 10 km van de broedkolonies. Momenteel bevinden zich de grootste Visdiefkolonies op de Hooge Platen (Westerschelde), de Slikplaat (Haringvliet) en in de Vogelvallei (Maasvlakte).

11.11.1 Rustverstoring

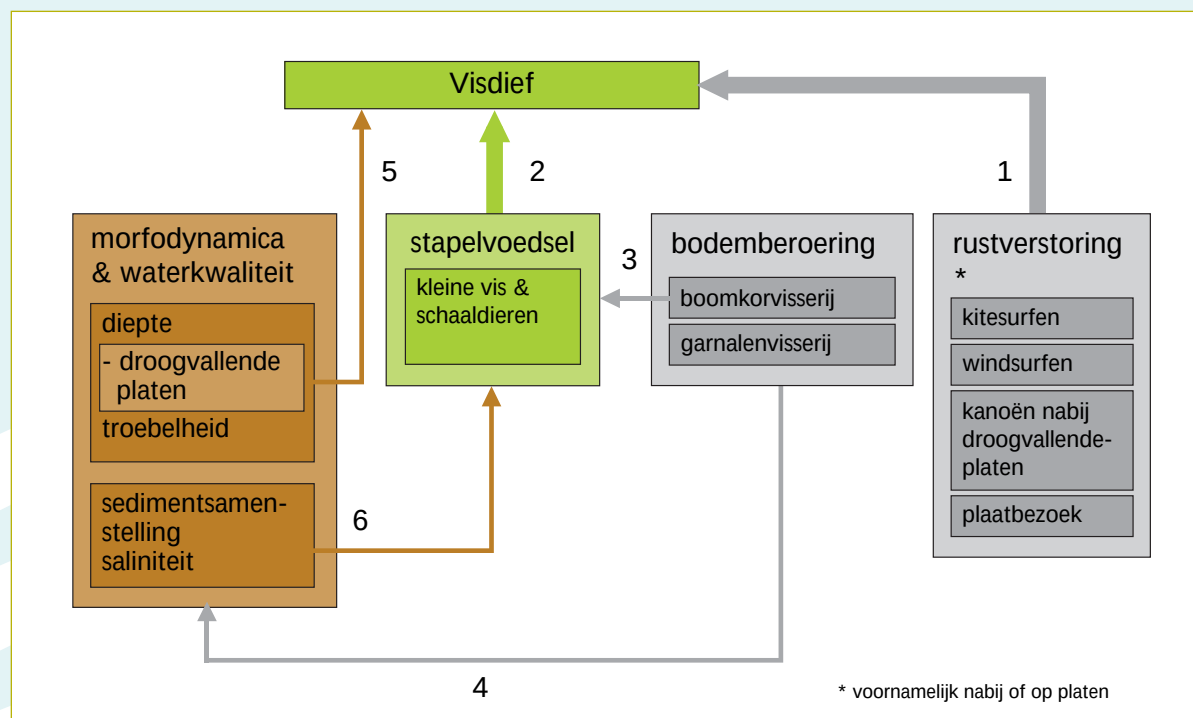
- paragraaf 7.5.1 Auto-ecologie, pag. 138
- hoofdstuk 9 Recreatie: huidige vormen en intensiteit, pag. 163

11.11 Visdief

Visdiefjes zijn indicatief voor habitattype 1110 (hoofdstuk 4).

Effectrelatie 1: rustverstoring door recreatieactiviteiten op of nabij droogvallende platen.

Over het algemeen laten Visdieven zich niet verstoren door recreatieactiviteiten op open water. Verwacht wordt dat activiteiten op of nabij de platen





de Visdief in de Voordelta het meeste verstoren. Het verbieden van rustverstoring zal een positief effect op de conditie van de Visdief hebben.

11.11.2 Stapelvoedsel

- paragraaf 7.5.1 Auto-ecologie, pag. 138
- hoofdstuk 6 Het voorkomen van vissen en het ecologische profiel van vijf soorten, pag. 93

Effectrelatie 2: invloed van voedsel op de Visdief.

De mate waarin geschikt voedsel beschikbaar is, is van grote invloed op het gedrag van de Visdief. Bovendien is de afstand tot de broedkolonie tijdens de broedperiode van belang. De Visdief heeft een opportuun foerageergedrag: wat aanwezig is wordt gegeten. Hij leeft voornamelijk van aan de oppervlakte levende vissen, daarnaast leven ze van kreeftachtigen. De factoren die de aanwezigheid van prooidieren beïnvloeden, liggen buiten de Voordelta en zijn dus niet meegenomen in het effectschema.

11.11.3 Bodemberoering

- paragraaf 7.5.1 Auto-ecologie, pag. 138
- hoofdstuk 6 Het voorkomen van vissen en het ecologische profiel van vijf soorten, pag. 93
- hoofdstuk 10 Beroepsvisserij: huidige vormen en intensiteit, pag. 177

Effectrelatie 3: invloed van bodemberoerende visserij op het voedsel van de Visdief.

Visserij heeft invloed op de prooidierpopulaties van de Visdief. Voor Garnalen is het onduidelijk welk effect bodemberoerende visserij heeft op het garnalenbestand. Buiten de Voordelta heeft de visserij invloed op de omvang van de populatie van bijvoorbeeld Haring en Sprot. Binnen de Voordelta heeft de schelpdier- en garnalenvisserij jonge en kleine vis als bijvangst. Verwacht wordt dat beide factoren een beetje invloed hebben op de hoeveelheid jonge vis in de Voordelta, dat kan dus invloed hebben op de voedselbeschikbaarheid voor de Visdief. Een goede visstand verhoogt de kans op voldoende kleine prooidieren voor de Visdief.

Effectrelatie 4: invloed van bodemberoering op de morfodynamica en waterkwaliteit.

Van bodemberoering wordt verwacht dat het een korte periode vertroebeling van het water veroorzaakt. Visdieven zijn zichtjagers, daarom beïnvloedt vertroebeling het vangstsucces.

11.11.4 Morfodynamica en waterkwaliteit

- paragraaf 7.5.1 Auto-ecologie, pag. 138
- hoofdstuk 6 Het voorkomen van vissen en het ecologische profiel van vijf soorten, pag. 93
- hoofdstuk 3 Morfologische processen en ontwikkelingen, blz. 21

Effectrelatie 5: invloed van de morfodynamica en waterkwaliteit in de Voordelta op de Visdief.

In een dynamisch kuststelsel met zeegaten komen over het algemeen genoeg geschikte foeraageerlocaties voor de Visdief voor. De morfologie in het Zeereservaat verandert door de aanleg van de Tweede Maasvlakte naar verwacht niet noemenswaardig.

De Visdief is een zichtjager, dus het doorzicht van het water is van invloed op zijn vangstsucces. De Visdief is echter minder gevoelig voor verminderd doorzicht dan de Grote Stern, omdat de Visdief foerageert op locaties met een lager doorzicht. Veranderingen in het doorzicht worden door de aanleg van de Tweede Maasvlakte niet verwacht. Er wordt onderzocht of zandwinning veranderingen in et doorzicht tot gevolg zal hebben.

Effectrelatie 6: effect van de morfodynamica en waterkwaliteit op stapelvoedsel van de Visdief

Van jonge Haring is bekend dat zij wordt aangetrokken door zoetwater en de neiging heeft estuaria binnen te trekken. Zandspieren blijven op momenten van inactiviteit ingegraven in de (bijvoorkeur zandige) zeebodem, bijvoorbeeld 's nachts en als het water erg troebel is (op die momenten zijn zandspieren inactief omdat ze hun prooi niet kunnen zien). Van garnalen is bekend dat zij in het ecosysteem van zachte bodems een dominante plaats innemen.



11.12 Roodkeelduiker

Roodkeelduikers zijn indicatief voor habitattype 1110 (hoofdstuk 4).

Voorkomen van de Roodkeelduiker in de Voordelta

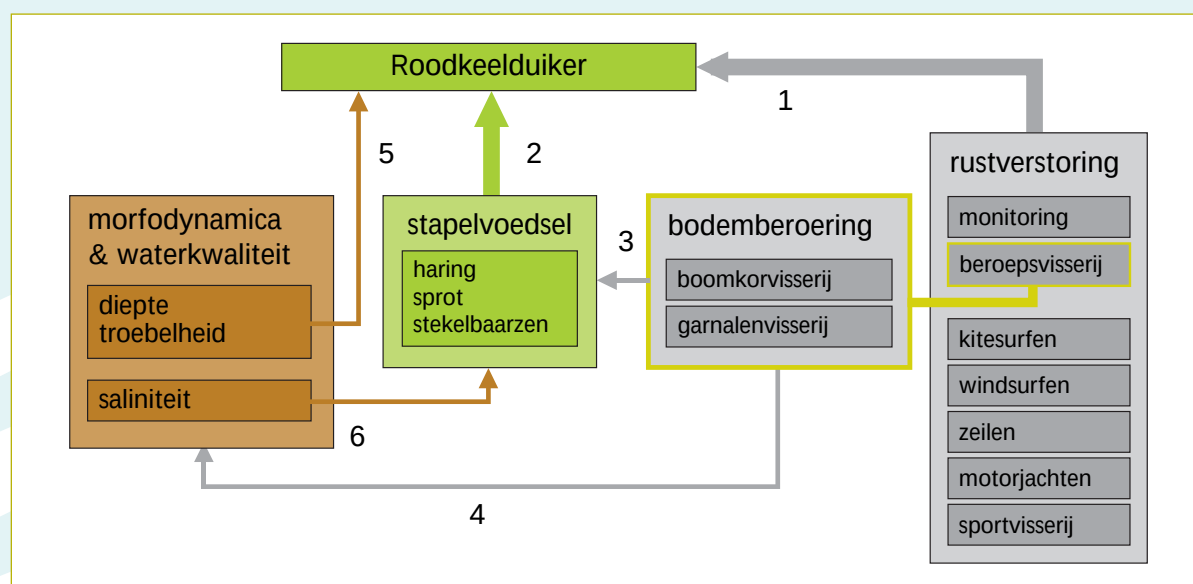
De Roodkeelduiker overwintert in de Voordelta en verblijft hoofdzakelijk voor de Brouwersdam. Roodkeelduikers eten dan uitsluitend vis. De Roodkeelduiker fourageert in niet al te ondiep water (tot 9 m). De hoeveelheid prooivissen in de Voordelta die voor Roodkeelduikers beschikbaar zijn, zijn naar verwachting niet beperkend. Wel is de verwachting, dat een deel van de foerageerlocaties niet geschikt is voor Roodkeelduikers, omdat daar te veel verstoring is voor deze soort.

11.12.1 Rustverstoring

- paragraaf 7.6.1 Auto-ecologie, pag. 142
- hoofdstuk 9 Recreatie: huidige vormen en intensiteit, pag. 163
- hoofdstuk 10 Beroepsvisserij: huidige vormen en intensiteit, blz. 177

Effectrelatie 1: invloed van rustverstorende factoren op de Roodkeelduiker.

Van de Roodkeelduiker is bekend dat zijn vluchtafstand voor schepen soms meer dan 1000 meter kan bedragen. De precieze mate van verstoring door de verschillende verstoringbronnen ontbreekt, maar verwacht wordt dat snel bewegende en onrustige activiteiten meer verstoring veroorzaken dan rustige en voorspelbare voortbewegende activiteiten. Dit impliceert, dat de onvoorspelbare bewegingen van watersporten zoals kitesurfen tot op grote afstand een versturende invloed hebben. Roodkeelduikers blijven gewoonlijk redelijk ver uit de kust, maar uit observaties bij de Brouwersdam blijkt, dat ze daar ook vlak onder de kust voorkomen. Dit betekent dat zij in de Voordelta voorkomen in gebieden waar waterrecreatie intensief is. In de wintermaanden neemt de intensiteit van de verschillende vormen van waterrecreatie sterk af, maar de trend is, dat het seizoen voor kite- en windsurfen steeds langer doorgaat in de herfst. Daarom is het waarschijnlijk dat de verstoring van de Roodkeelduiker door kite- en windsurfen toeneemt. De verwachting is, dat er verband kan worden gelegd tussen de wisselende aanwezigheid van Roodkeelduikers in de Voordelta en wind- en kitesurfactiviteiten in het gebied. Garnalen- en schelpdiervisserij vindt het hele jaar plaats in grote delen van de Voordelta. Dit betekent





dat gevestigd wordt in gebieden waar de Roodkeelduiker foerageert. Van Roodkeelduikers is bekend dat ongeveer 1% van de op Nederlandse stranden aangespoelde dieren verstrikt is geraakt in vistuig. Om een soort ten behoeve van wetenschappelijke programma's te kunnen monitoren moet gericht gezocht worden naar locaties waar de soort voorkomt. Doordat Roodkeelduikers extreem gevoelig zijn voor verstoring, zal van monitoring al een verstoring uitgaan. De mate van verstoring is afhankelijk van de manier waarop gemonitord wordt en de intensiteit van de monitoringsprogramma's.

11.12.2 Stapelvoedsel

- paragraaf 7.6.1 Auto-ecologie, pag. 142
- hoofdstuk 6 Het voorkomen van vissen en het ecologische profiel van vijf soorten, pag. 93

Effectrelatie 2: invloed van voedsel op de Roodkeelduiker.

Concentraties van Roodkeelduikers worden geassocieerd met de aanwezigheid van rijke voedselgebieden. Factoren die de Haring- en Sprotbestanden beïnvloeden liggen buiten de Voordelta. Verwacht wordt dat factoren die de hoeveelheid Stekelbaarden beïnvloeden wel in de Voordelta liggen. Het is onbekend of er voldoende Stekelbaarden aanwezig zijn in de Voordelta om een belangrijk deel van het voedsel voor de Roodkeelduiker te zijn.

11.12.3 Bodemberoering

- paragraaf 7.6.1 Auto-ecologie, pag. 142
- hoofdstuk 6 Het voorkomen van vissen en het ecologische profiel van vijf soorten, pag. 93
- hoofdstuk 10 Beroepsvisserij: huidige vormen en intensiteit, blz. 177)

Effectrelatie 3: invloed van bodemberoerende visserij op het voedsel van de Roodkeelduiker.

Visserij beïnvloedt het voedsel van de Roodkeelduiker door de vermindering van de omvang van de vispopulaties. Buiten de Voordelta heeft de visserij een invloed op de omvang van de populatie Haring en binnen de Voordelta heeft de schelpdier- en de garnalenvisserij jonge en kleine vis als bijvangst. Verwacht wordt, dat beide factoren een beetje invloed

hebben op de hoeveelheid jonge vis in de Voordelta, en dus op de voedselbeschikbaarheid voor Roodkeelduikers.

De grootste verstoring van de visserij op Roodkeelduikers is de rustverstoring in gebieden waar de vogels foerageren (de link tussen bodemberoering en beroepsvisserij is in het schema aangegeven met een gele link).

Effectrelatie 4: invloed van bodemberoering op morfodynamica en waterkwaliteit

Van bodemberoering wordt verwacht dat het een korte periode vertroebeling van het water veroorzaakt.

11.12.4 Morfodynamica en waterkwaliteit

- paragraaf 7.6.1 Auto-ecologie, pag. 142
- hoofdstuk 6 Het voorkomen van vissen en het ecologische profiel van vijf soorten, pag. 93
- hoofdstuk 3: Morfologische processen en ontwikkelingen, pag. 21

Effectrelatie 5: invloed van morfodynamica & waterkwaliteit in de Voordelta op de Roodkeelduiker

De Roodkeelduiker is een zichtjager. Daarmee is de waterhelderheid voor de Roodkeelduiker van invloed op het vangstsucces. Verwacht wordt dat als het doorzicht toeneemt, de Roodkeelduiker gemakkelijker prooi kan waarnemen, maar dat de vissen de Roodkeelduiker dan ook beter kunnen zien (waardoor ze kunnen vluchten voor de predator). Het tegengestelde effect treedt op bij een afnemende helderheid. Veranderingen in doorzicht worden door de aanleg van de Tweede Maasvlakte niet verwacht (MER MV2). Er wordt onderzocht of zandwinning veranderingen in doorzicht tot gevolg zal hebben (MER Zandwinning). Bij een dynamisch kuststelsel met zeegaten wordt verwacht dat er over het algemeen genoeg geschikte foerageerlocaties voor de Roodkeelduikers voorkomen.

Effectrelatie 6: effect van de morfodynamica en waterkwaliteit op stapelvoedsel van de Roodkeelduiker.

Van jonge Haring is bekend dat zij wordt agetrokken door zoetwater en dat ze de neiging heeft





estuaria binnen te trekken. Zandspieringen blijven op momenten van inactiviteit ingegraven in de (bijvoorkeur zandige) zeebodem, bijvoorbeeld 's nachts en als het water erg troebel is (op die momenten zijn zandspieringen inactief omdat ze hun prooien niet kunnen zien).

11.13 Kuifduiker

Kuifduikers zijn indicatief voor habitattype 1110 (hoofdstuk 4).

Kuifduikers in de Voordelta

De Kuifduiker komt in de maanden oktober tot april voor in de Voordelta, ze verblijven in het Brouwershavense Gat. Kuifduikers hebben een voorkeur voor ondiepe en enigszins beschutte kustwateren met een goed doorzicht.

11.13.1 Rustverstoring

- paragraaf 7.7.1 Auto-ecologie, pag. 145
- hoofdstuk Hoofdstuk 9 Recreatie: huidige vormen en intensiteit, pag. 163
- hoofdstuk 10 Beroepsvisserij: huidige vormen en intensiteit, pag. 177

Effectrelatie 1: invloed van rustverstoring op de Kuifduiker.

De vluchtafstand tot scheepvaart van Kuifduikers is niet bekend. De indruk bestaat dat Kuifduikers verstoring gevoeliger zijn dan Futen, voor deze vogel is een vluchtafstand van 300 meter bepaald. Kuifduikers hebben een voorkeur voor ondiep water vlak onder de kust, daarom is de verwachting dat varende beroepsvisserij geen direct verstoring effect zal hebben op de Kuifduiker.

De precieze mate van verstoring door de verschillende verstoringbronnen ontbreekt, maar verwacht wordt dat snel bewegende en onrustige activiteiten meer verstoring veroorzaken dan rustige en voorspelbare voortbewegende activiteiten. In de wintermaanden neemt de intensiteit van de verschillende vormen van waterrecreatie sterk af, maar de trend is, dat het seizoen voor kite- en windsurfen steeds langer doorgaat in de herfst.

Daarom is het waarschijnlijk dat de verstoring van de Kuifduiker door kite- en windsurfen toeneemt. Verwacht wordt dat zeker door beginnende (kite)surfers gebruik wordt gemaakt van ondiep water, maar zij zullen minder/ niet aanwezig zijn in de winter, als de Kuifduiker aanwezig is. Verwacht wordt dat vissen met vast vistuig mogelijk Kuifduikers als bijvangst heeft, maar kwantitatieve gegevens hierover ontbreken. Ook in vaste vistuigen in de Voordelta komen watervogels om, ook hier ontbreken kwantitatieve gegevens. Van monitoring ten behoeve van wetenschappelijke programma's zal enige verstoring uitgaan. Dit is afhankelijk van de intensiteit van het monitoringsprogramma.

11.13.2 Stapelvoedsel

- paragraaf 7.7.1 Auto-ecologie, pag. 145
- hoofdstuk 6 Het voorkomen van vissen en het ecologische profiel van vijf soorten, pag. 93

Effectrelatie 2: invloed van voedsel op de Kuifduiker.

Verwacht wordt dat de aanwezigheid van voedsel in principe de belangrijkste factor is die het voorkomen van de Kuifduiker bepaalt. Er is echter voldoende voedsel voorhanden in de Voordelta, daarom zal voedsel hier geen beperkende factor zijn. Verstoring komt in de wintermaanden, als de Kuifduiker in de Voordelta aanwezig is, niet veel voor. Na afweging van beide argumenten is de verwachting, dat variaties in mate en hoeveelheid verstoring meer invloed hebben op het voorkomen van de Kuifduiker in de Voordelta dan variaties in het voedselaanbod. Dat betekent dat het voorkomen van meer vis in de Voordelta niet automatisch een toename van het aantal Kuifduikers brengt. De factoren die de aanwezigheid van prooidieren beïnvloeden, liggen buiten de Voordelta en zijn dus niet meegenomen in het effectschema.

11.13.3 Bodemberoering

- paragraaf 7.7.1 Auto-ecologie, pag. 145
- hoofdstuk 6 Het voorkomen van vissen en het ecologische profiel van vijf soorten, pag. 93



- Hoofdstuk 10 Beroepsvisserij: huidige vormen en intensiteit, pag. 177)

Effectrelatie 3: invloed van bodemberoerende visserij op het voedsel van de Kuifduiker.

Visserij beïnvloedt het voedsel van de Kuifduiker, want visserij heeft invloed op de prooidierpopulaties. Voor garnalen is het onduidelijk welk effect bodemberoerende visserij heeft op het garnalenbestand. Binnen de Voordelta heeft de schelpdier- en garnalenvisserij jonge en kleine vis als bijvangst. Verwacht wordt, dat dit weinig invloed heeft op de hoeveelheid jonge vis in de Voordelta, en dus weinig invloed op de voedselbeschikbaarheid voor de Kuifduiker. Een goede visstand verhoogt de kans op voldoende kleine prooidieren voor de Kuifduiker.

Effectrelatie 4: invloed van bodemberoering op morfodynamica en waterkwaliteit

Van bodemberoering wordt verwacht dat het een korte periode vertroebeling van het water veroorzaakt.

11.13.4 Morfodynamica en waterkwaliteit

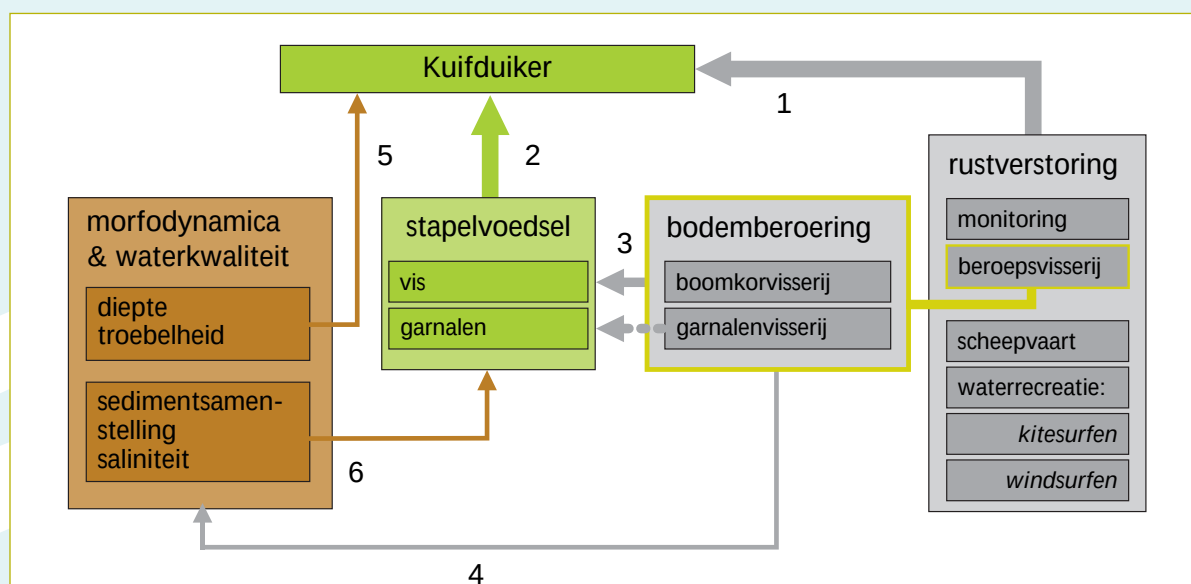
- hoofdstuk 3: Morfologische processen en ontwikkelingen, pag. 21,
- paragraaf 7.7.1 Auto-ecologie, pag. 145
- hoofdstuk 6 Het voorkomen van vissen en het ecologische profiel van vijf soorten, pag. 93

Effectrelatie 5: invloed van morfodynamica en waterkwaliteit in de Voordelta op de Kuifduiker.

De Kuifduiker foerageert bijvoorkeur op locaties met helder water. Troebelheid heeft daarmee invloed op de aanwezigheid van Kuifduikers. Veranderingen in het doorzicht worden door de aanleg de Tweede Maasvlakte niet verwacht. Er wordt onderzocht of zandwinning veranderingen in het doorzicht tot gevolg zal hebben. Naar verwachting komt in een dynamisch kuststelsel met zeegaten over het algemeen genoeg geschikte foerageerlocaties voor Kuifduikers voor.

Effectrelatie 6: effect van morfodynamica en waterkwaliteit op stapelvoedsel van de Roodkeelduiker.

Van jonge Haring is bekend dat zij wordt aangetrokken door zoetwater en de neiging heeft estuaria binnen te trekken. Zandspielingen blijven op momenten van inactiviteit ingegraven in de (bijvoorkeur zandige) zeebodem, bijvoorbeeld 's nachts en als het water erg troebel is (op die momenten zijn zandspielingen inactief omdat ze hun prooi niet kunnen zien). Van garnalen is bekend dat zij in het ecosysteem van zachte bodems een dominante plaats innemen.

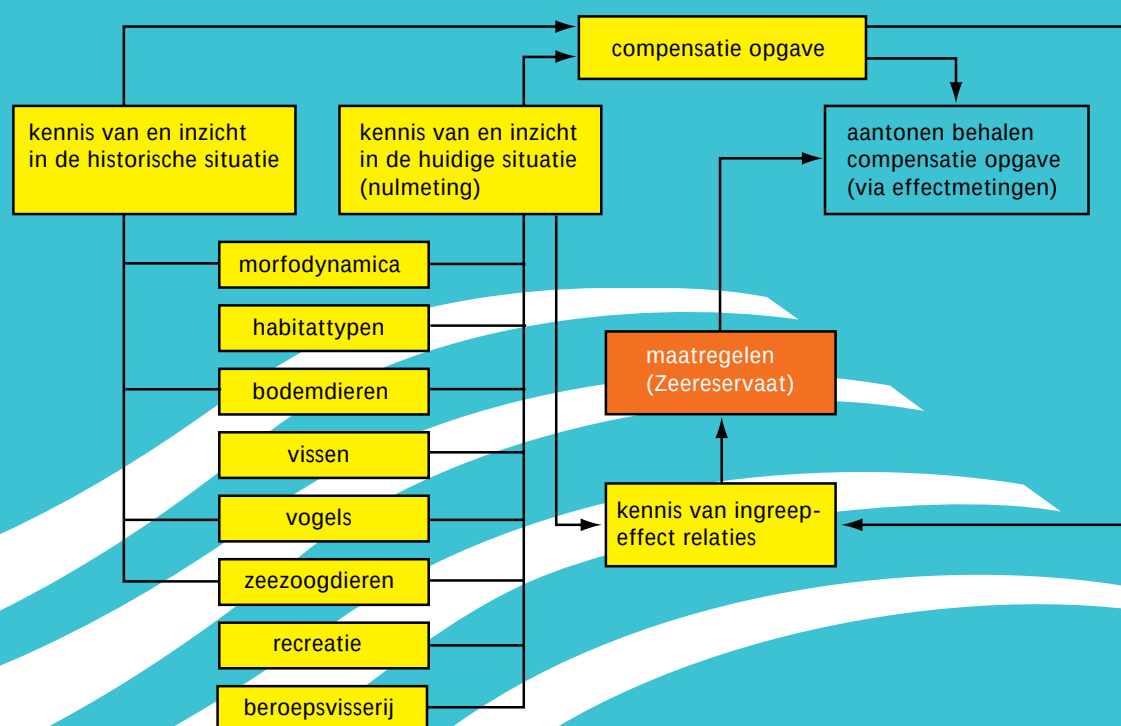




Tellen vanaf de boot © Zeeland Air / Bureau Waardenburg



Het voorliggende hoofdstuk richt zich dus primair op de maatregelen die nodig zijn om de negatieve effecten van de aanleg van de Tweede Maasvlakte te compenseren. De maatregelen die in het kader van de Natura 2000 instandhoudingsdoelen voor de Voordelta nodig zijn, worden vastgelegd in het beheerplan Voordelta (RWS, in prep.). Deze maatregelen zijn in dit hoofdstuk niet behandeld, alleen als er raakvlakken zijn met de compensatieopgave.





12.1 Uitgangspunten en randvoorwaardenmaatregelenpakket

De aanleg en ingebruikname van de Tweede Maasvlakte brengt de verplichting met zich mee om het verlies aan natuurwaarden te compenseren. Deze verliezen zijn:

- *verlies van 2455 hectare van het habitatype 'permanent overstroomde zandbanken' (habitat type 1110).* Bij verlies van habitat 1110 gaat het om een combinatie van abiotische omstandigheden (ondiepe zandbanken) en (bijbehorende, kenmerkende) ecologische waarden. Het verlies aan habitatype 1110 wordt als significant beschouwd en dient gecompenseerd te worden. In hoofdstuk vier is habitatype 1110 beschreven en zijn indicatoren gedefinieerd. In de hoofdstukken vijf t/m acht zijn de bijbehorende ecologische waarden uitgebreid beschreven;
- *verlies van 2430 hectare foerageergebied van de Zwarte Zee-eend.* Voor de Zwarte Zee-eend verdwijnt potentieel foerageergebied. In paragraaf 7.2 is de ecologie van de Zwarte Zee-eend behandeld;
- *verlies van 6000 vogeldagen van de Grote Stern.* Voor de Grote Stern wordt door de aanleg van de Tweede Maasvlakte de vliegafstand van de broedkolonies naar het foerageergebied vergroot. In paragraaf 7.4 is de ecologie van de Grote Stern beschreven;
- *verlies van 8000 vogeldagen van de Visdief.* Voor de Visdief wordt door de aanleg van de Tweede Maasvlakte de vliegafstand van de broedkolonies naar het foerageergebied vergroot. De ecologie van de Visdief is in paragraaf 7.5 aan de orde gekomen.

Bij de formulering van het maatregelenpakket zijn een aantal uitgangspunten gehanteerd:

- de ecologische doelstelling (compensatieopgave) staat centraal en is onaantastbaar;
- de maatregelen dienen in de praktijk te handhaven te zijn;
- de maatregelen moeten bestuurlijk en juridisch

haalbaar zijn, deze voorwaarde is in dit rapport niet getoetst;

- de instelling van het Zeereservaat mag er niet toe leiden, dat negatieve effecten van gebruiksfuncties elders in de Voordelta of aangrenzende Natura 2000-gebieden toenemen en
- er wordt (zover van toepassing) rekening gehouden met maatregelen in het kader van beheer plan Voordelta (RWS, in prep.).

Gestreefd wordt naar minimale effecten en overlast op gebruiksfuncties door het vaststellen van een maatregelenpakket dat maatschappelijk haalbaar is. Ook wordt gestreefd naar maatregelen die zo effectief en duurzaam mogelijk zijn en daarom voldoende 'natuurwinst' opleveren.

Een eventuele bijstelling van het maatregelenpakket vindt plaats op het eerste evaluatiemoment. In principe vindt een evaluatie uiterlijk plaats na afronding van een planperiode (iedere 6 jaar). Een reden om de evaluatie te vervroegen kan zijn, dat uit monitoring en onderzoek blijkt dat er te veel/weinig gecompenseerd wordt. Op verzoek van de recreatiesector zal in het Zeereservaat al na drie jaar een evaluatie van de maatregelen plaatsvinden.

Naast de uitgangspunten gelden een aantal randvoorwaarden ten aanzien van de locatie en inrichting van het Zeereservaat (kaart 12.1):

- het Zeereservaat dient gelegen te zijn binnen het zoekgebied uit de Planologische Kern Beslissing (PKB) dat aan landzijde begrensd wordt door de gemiddeld laagwater lijn (GLW) lijn;
- de zeewaartse grens van het Zeereservaat dient gelegen te zijn binnen de 3-mijls zone, het gebied waarbinnen Nederland onafhankelijk beperkingen kan opleggen aan de visserij;
- het Zeereservaat dient één aaneengesloten geheel te vormen, uitstulpingen van het gebied die in de praktijk moeilijk te handhaven zijn, dienen voorkomen te worden;
- de toegankelijkheid van de haven van Stellendam via het Slikgat dient onder alle gevallen in stand te worden gehouden. Hierbij dient ook rekening



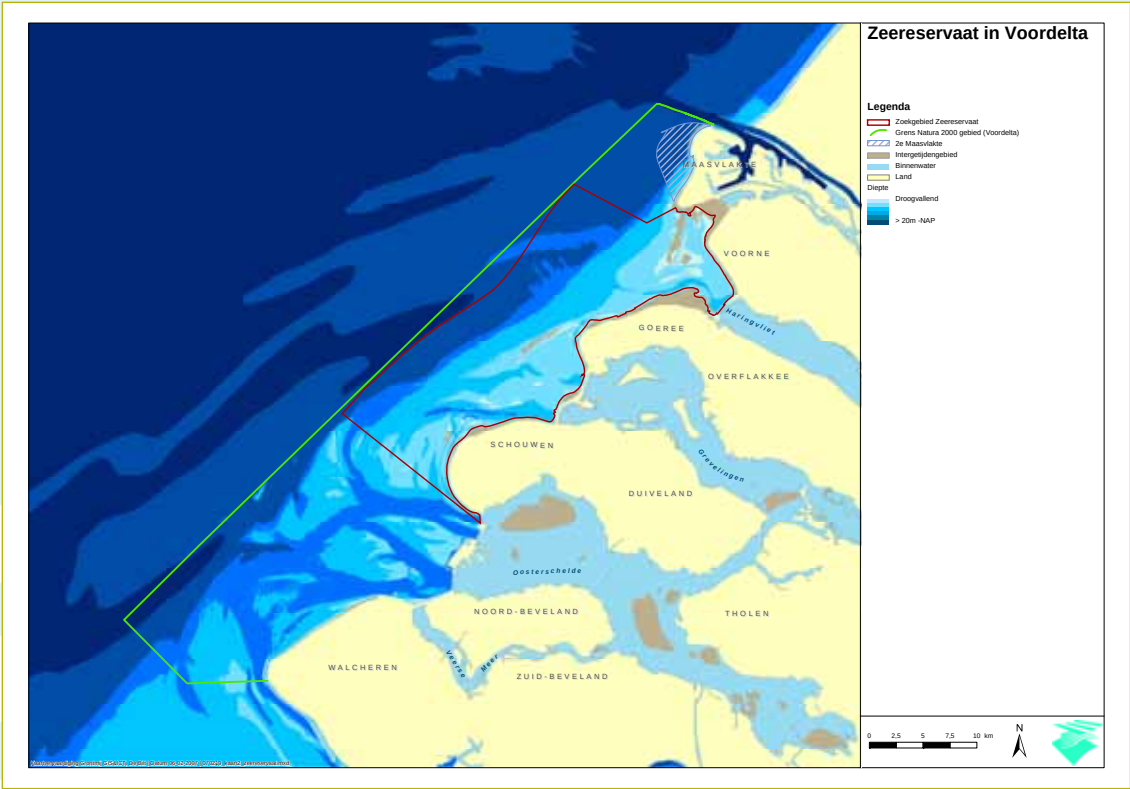
gehouden te worden met de noodzakelijke periodieke onderhoudsbaggerwerkzaamheden;

- veiligheid heeft een uitzonderingspositie. Reddingsacties kunnen te alle tijden zonder beperkingen uitgevoerd worden. Ook de zandsuppleties nodig voor de kustveiligheid (bijvoorbeeld ten behoeve van de Zwakke Schakels Voorne en Flauwe Werk) en het handhaven van de kustlijn kunnen zonder beperking doorgang vinden. Bij zandsuppleties moet rekening worden gehouden met tijdelijke lokale effecten niet alleen op de uitvoeringsplek, maar ook bij de zandwinning ten behoeve van de zandsuppleties (bv. in het Slijkgat) en met het gebruik van transportleidingen (bv. via Slufter, Maasvlakte, Westplaat, Slikken van Voorne). Zandsuppleties zijn wel meegenomen in de passende beoordeling van het Beheerplan Voordelta.

12.2 Compenserende maatregelen voor habitattype 1110

12.2.1 Compensatieopgave

Als gevolg van aanleg van de Tweede Maasvlakte gaat 2455 hectare van habitattype 1110 verloren. Habitattype 1110 bestaat uit een combinatie van abiotische omstandigheden (ondiepe zandbanken) met de bijbehorende kenmerkende ecologische waarden: bodemdieren (biomassa, dichtheid, aantal soorten, evenwichtigheid soorten, dynamiek, voedselketen, kensoort Schelpkokerworm en kensoort Nonnetje), vissen (benthische vissen grondel, Schurftvis en Schol, pelagische vissen Haring en zandspiering) en vogels (schelpdiereters Zwarte Zeedend en Eidereend, stern Grotere Stern en Visdief, visetende watervogels Kuifduiker en Roodkeelduiker). Het verlies aan habitattype 1110 wordt als significant beschouwd en dient gecompenseerd te worden.



Kaart 12.1: Beschikbaar compensatiegebied binnen het PKB-zoekgebied en binnen de 3 zeemijl



Het is niet gewenst om het verloren stuk zeebodem elders opnieuw aan te leggen. In de Planologische Kernbeslissing Mainportontwikkeling Rotterdam (PKB, 2006) is daarom vastgelegd dat het verlies aan zeebodem zal worden gecompenseerd door in de Voordelta een kwaliteitsverbetering te realiseren door het instellen van een Zeereservaat. Het doel van de instelling van het Zeereservaat is dat het kustecosysteem zich meer ongestoord kan ontwikkelen en de foerageerfunctie van de Voordelta voor kustvogels wordt versterkt.

12.2.2 Compensatie-oppervlak binnen het Zeereservaat

Ten gevolge van de aanleg van de Tweede Maasvlakte gaat 2455 hectare habitatype 1110 verloren. Door experts (Heinis et al., 2003) is ingeschat dat, door bodemberoerende activiteiten in het Zeereservaat te beperken of uit te sluiten, een kwaliteitsverbetering van ongeveer 10% behaald kan worden in termen van een toename aan biomassa en diversiteit van bodemdieren. In totaal is daarom een compensatieoppervlak van 2455 hectare x 10 is 24.550 hectare nodig. Dit oppervlak moet liggen binnen het in de PKB vastgelegde zoekgebied voor het Zeereservaat en binnen de 3 zeemijl. De oppervlakte van het PKB-zoekgebied bedraagt 30.639 hectare (kaart 12.1).

Het zoekgebied is groter dan het benodigde compensatieoppervlak. Verscheidene gebieden binnen het zoekgebied kunnen echter niet aan de compensatie bijdragen:

- *Accent natuurgebieden uit het Integraal Beleidsplan Voordelta* (hoofdstuk 2). Er zijn in totaal vier accent natuurgebieden in de Voordelta. In de drie noordelijkste natuurgebieden zijn al beperkingen van kracht voor boomkorvisserij met wekkerkettingen (deze gebieden zijn bij de vergunningverlening uitgesloten). Aangezien het hier gaat om bestaand beleid, waar al maatregelen van kracht zijn, mogen deze gebieden niet aangewend worden ten behoeve van natuurcompensatie. De oppervlakte van deze noordelijkste drie accentnatuurgebieden bedraagt 4754 hectare. Hiermee neemt het totaal beschikbare

compensatieoppervlak af van 30.639 tot 25.886 hectare. Het meest zuidelijke accent natuurgebied voor de Kop van Schouwen (Bollen van het Nieuwe Zand) is niet uitgesloten van vergunningverlening voor boomkorvisserij. Dit accent natuurgebied kan dus wel voor compensatiedoel-einden aangewend worden;

- *Habitatype 1140*. Binnen het zoekgebied wordt onderscheid gemaakt in de habitatypes 1110 en 1140 (zie hoofdstuk 4). Zowel het verlies van natuurwaarden als de kwaliteitsverbetering in het Zeereservaat hebben betrekking op habitatype 1110. Binnen het compensatiegebied valt habitatype 1140 voor het overgrote deel binnen de noordelijkste drie accentnatuurgebieden (die niet meetellen voor de compensatie, zie hierboven). Het deel dat buiten de accentnatuurgebieden valt, kan niet voor compensatie aangewend worden omdat dit een ander habitatype betreft. De oppervlakte van habitatype 1140 buiten de accentnatuurgebieden bedraagt 308 hectare en dient in mindering gebracht te worden op het beschikbare compensatieoppervlak. Hiermee neemt het totaal beschikbare compensatieoppervlak verder af naar 25.578 hectare;
- *Slijkgat*. Het Slijkgat is de hoofdvaarweg van en naar de haven van Stellendam. De oppervlakte van het Slijkgat, die door onderhoudsbaggerwerkzaamheden open gehouden dient te worden, bedraagt 225 hectare;
- *locaties voor zandsuppletie*. De zandsuppleties zijn noodzakelijk in het kader van de kustverdediging en het onderhoud van de kustlijn. De zandsuppleties beslaan naar schatting een oppervlakte van 16 hectare;
- *zuidelijk deel van het zoekgebied Zeereservaat*. Het meest zuidelijke gedeelte van het zoekgebied Zeereservaat, gelegen aan de kust ten zuiden van de Kop van Schouwen, vormt een zeer smalle strook langs de kust. Geadviseerd wordt om deze strook buiten de begrenzing van het reservaat te laten, omdat wordt gestreefd naar een zoveel mogelijk aaneengesloten zee-reservaatgebied en omdat maatregelen die in een zo'n smal en uitstekend gebied genomen worden moeilijk te handhaven zijn. De oppervlakte van



deze strook bedraagt 145 hectare;
Na aftrek van de bovenstaande gebieden (die niet
aan de compensatie mogen bijdragen) van het

totale oppervlak zoekgebied Zeereservaat genoemd
in de PKB resteert een totaal reëel beschikbaar
compensatieoppervlak van 25.192 ha. In tabel:

Tabel 12.1 Totaal reëel beschikbaar compensatieoppervlak

PKB zoekgebied Zeereservaat		38.710 ha
	oppervlakte gebieden die niet aan de compensatie kunnen bijdragen	resterende oppervlakte na aftrek betreffend gebied
plangebied Zeereservaat		
buiten 3 zeemijl	8071 ha	30639 ha
accentnatuurgebieden A, B en C	4753 ha	25886 ha
habitattype 1140	308 ha	25578 ha
Slijkgat	225 ha	25353 ha
suppletieszones	16 ha	25337 ha
strook Kop van Schouwen	145 ha	25192 ha
totaal beschikbaar compensatiegebied		25.192 ha

12.2.3 Compensatiemaatregelen verbetering habitattype 1110

De kwaliteit van habitattype 1110 zal verbeterd worden door het terugdringen van bodembe-roerende activiteiten in het Zeereservaat. In de Voordelta bestaan deze activiteiten uit bodembe-roerende vormen van visserij op garnalen, verschil-lende soorten schelpdieren en op rond- en platvis. Bij deze bodemberoerende visserij worden verschil-lende soorten korren en bordentrawls gebruikt (zie hoofdstuk 10).

In de voorzomer van 2006 hebben IMARES en MarinX een studie uitgevoerd over de inpassing van visserijactiviteiten in het Zeereservaat (Rijnsdorp et al., 2006). Deze studie moet het mogelijk maken een beslissing te nemen over de vormen van visserij die wel, of juist niet in het gebied plaats mogen vinden. De studie gaat in op de compensatieop-gave voor het habitattype 1110. Op basis van de conclusies van dat rapport en hun onderbouwing is het mogelijk een pakket van visserijbeperkende maatregelen te formuleren.

Conclusies rapport IMARES/MarinX (Rijnsdorp et al., 2006)

Met behulp van 'state of the art' methoden is een inschatting gemaakt van het effect van de bodemberoerende visserij op de biomassa en de diversiteit van bodemdieren. De wetenschappelijke literatuur is eenduidig dat bodembe-roerendevisserij een afname in de biomassa en diversiteit van het benthos veroorzaakt. De mate waarin dit optreedt is afhankelijk van de sterfte die het vistuig veroorzaakt. Op basis van de literatuurgegevens en van inzicht in de fysieke werking, zijn de visserijsterftes door andere vistuigen ingeschat als percentage van de 'boomkorsterfte'. Hierbij wordt de boomkor op 100% gesteld. Dan is het sterftepercentage voor bordentrawl ten opzicht van boomkor 55%; voor garnalentrawl 15% en voor de schelpdierkor 150%.

Met een recent gepubliceerd model van de invloed van bodemberoerende visserij op de productiviteit van het



benthos (benthos model van Duplisea et al., 2002) is vervolgens voor ieder vistuig de 'response curve' bepaald die de relatie beschrijft tussen de gevonden biomassa van benthos en de bevissingsfrequentie. De bevissingsfrequentie van de verschillende visserijen is ingeschat op basis van de gedetailleerde geregistreerde vislocaties (VMS registraties) voor een deel van de vloot en het totaal aantal visuren van de gehele Nederlandse vloot (boomkor, garnalenkor en bordentrawl, VIRIS-data). Met de biomassa response curves, model van Duplisea et al. (2002) over invloed van bodemberoerend-visserij op de productiviteit van het benthos, de ruimtelijke overlap van de visserij-intensiteit en het voorkomen van benthos, is vervolgens een inschatting gemaakt van het effect op toename van de benthosbiomassa door uitsluiting van verschillende visserijmethoden.

Deze analyse toonde aan dat het effect van de bodemberoerende visserij op benthos sterk gedomineerd wordt door de boomkorvisserij van Eurokotters (260-300pk). Deze dominantie is een gevolg van de hoge bodemdiersterfte en het grote aantal visuren in het Zeereservaat. Uitsluiting van deze visserij leidt naar verwachting tot een verhoging van de benthosbiomassa met 10%-21%. De uitsluiting van de garnalen en bordentrawl zal volgens berekeningen tot een biomassatoename leiden van minder dan 3%. Dit wordt met name veroorzaakt doordat deze tuigen veel minder in de bodem penetreren. De uitsluiting van de boomkorvisserij van kleinere kotters (minder dan 260pk) levert eveneens maar een geringe bijdrage aan de biomassatoename omdat deze visserij een beperkt aantal zeedagen in het gebied maakt, gebruik maakt van lichtere vistuigen en een lagere vissnelheid hanteert. Hierdoor wordt per tijdseenheid minder bodemoppervlak bevestigd dan door de eurokotters en heeft benthos betere overlevingskansen.

Het effect van de schelpdiervisserij is lokaal groot, omdat deze visserij doelgericht plaatsvindt op locaties met hoge dichtheden schelpdieren en ter plaatse dus een hoge visserijsterfte onder de bodemdieren veroorzaakt. Echter, omdat deze visserij slechts een klein gebied bevestigd, blijkt het effect op de biomassaontwikkeling in het gehele Zeereservaat gering. Het effect van uitsluiting van de schelpdiervisserij (Kokkel-, Spisula-, Mosselzaad- en Ensis-visserij) op de compensatieopgave voor het benthos is daarom eveneens gering.

De resultaten zijn samengevat in een tabel waarin de compensatieopgave wordt vergeleken met de bijdrage die sluiting van een visserij kan opleveren (zie bijlage 16.4). Het feit dat er ook buitenlandse visserij in het Zeereservaat plaatsvindt, die niet in de gebruikte inspanningsgegevens is meegenomen, impliceert dat de impactschatting een minimum schatting is. Uitsluiting van bepaalde vormen van visserij zal, naar wordt aangenomen, ook de buitenlandse vloot betreffen, zodat verwacht mag worden dat het effect op de compensatieopgave groter zal zijn. Als de buitenlandse schepen echter om juridische redenen niet geweerd kunnen worden, zal het effect op de compensatieopgave juist minder zijn, omdat een deel van het positieve effect van het uitsluiten van de Nederlandse schepen dan teniet wordt gedaan.

De visserijbeperkende maatregelen die wordt voorgesteld door Rijndorp et al. (2006) als compensatiemaatregel voor het verlies van habitatype 1110 is om **boomkorvisserij groter dan 260 pk in het Zeereservaat niet meer toe te staan**. Belangrijke aandachtspunten bij het instellen zijn:

- er mag geen verplaatsing van de visserij-inspanning plaatsvinden –niet voor de boomkorvloot vanuit het Zeereservaat en niet voor overige vormen van visserij vanuit rustgebieden;
- externe werking moet worden voorkomen. Er kan mogelijk export van grote vissen uit het Zeereservaat naar omliggende wateren plaatsvinden, die tot verhoogde visserij leidt aan de randen van het Zeereservaat. Dit wordt onwaarschijnlijk geacht, maar dit mogelijke effect dient wel gemonitord te worden.

Geadviseerde aanvullende maatregelen in verband met risicobeheersing

De conclusies van Rijndorp et al. (2006) geven aan dat met het uitsluiten van de boomkorvisserij de compensatieopgave voor habitatype 1110 gehaald kan worden, omdat er een 10-20% verhoging in

de bodemdierbiomassa wordt verwacht met deze maatregel. Dit percentage is een schatting. Er zijn nog onzekerheden waardoor een grote variatie mogelijk is. Er zijn verscheidene factoren die kunnen veroorzaken dat de 10 % verbetering niet op gaat treden:





- er zijn onzekerheden in gebruikte modellen en methodiek waarmee de compensatie is berekend. Deze worden aangegeven en besproken door de auteurs van Van Rijnsdorp et al., (2006). Zij komen tot de slotsom dat 10% kwaliteitsverbetering als ondergrens van de schatting voldoende is, de kwaliteitsverbetering zal volgens Van Rijnsdorp et al., (2006) dus minimaal 10% zijn. Dat betekent echter, dat elke tegenvaller kan leiden tot het niet halen van de compensatieverplichting;
- het effect van bodemberoerende maatregelen op bodemdieren is nog enigszins te kwantificeren. Habitattype 1110 heeft echter betrekking op meer dan alleen benthos. Ook de hogere groepen in de voedselketen als vissen en vogels maken deel uit van habitattype 1110. In Van Rijnsdorp et al., (2006) zijn effecten op deze groepen niet meegenomen, terwijl bekend is dat bijvoorbeeld garnalenvisserij een grote invloed heeft op de vispopulatie door de hoeveelheid discards (vangsten die wel aan dek komen maar vervolgens weer overboord gezet worden);
- de kans lijkt aanwezig dat de handhaving niet volledig sluitend te realiseren is. Wanneer er bijvoorbeeld buitenlandse schepen in het gebied mogen komen, zal een deel van de 'compensatie winst' verdwijnen.

Natura 2000 benadrukt het voorzorgsbeginsel. Bij het invullen van beheersmaatregelen dient men dan ook rekening te houden met de kans, dat compenserende maatregelen niet aan de verwachting voldoen, en daardoor wellicht de 10% kwaliteitsverbetering niet wordt gehaald. Om deze reden is het RIKZ van mening dat het maatregelenpakket ten aanzien van de bodemberoerende activiteiten ruimer bemeten zou moeten worden. Geadviseerd wordt om aanvullend op het uitsluiten van boomkorvisserij de volgende maatregelen door te voeren:

- instellen van een dynamisch beheer voor schelpdiervisserij in relatie tot biomassa en verspreiding van doelsoorten. Dit in verband met voedselreservering schelpdieretende vogels;
- gezien de grote onzekerheden is het verstandig om te proberen via monitoring en via het uit-

voeren van gecontroleerde experimenten de onzekerheden beter in beeld te brengen. Geadviseerd wordt om het effect van garnalenvisserij op het bodemleven te onderzoeken. Zie voor een verdere uitwerking van dit experiment paragraaf 12.5.

12.3 Compenserende maatregelen voor vogels

12.3.1 Compensatieopgave

Als gevolg van de aanleg van de Tweede Maasvlakte ondervinden verschillende vogelsoorten rechtstreeks een effect. Voor drie vogelsoorten wordt dit effect gedefinieerd als significant negatief: de Zwarte Zee-eend, de Grote Stern en de Visdief (Berkenbosch et al., 2007).

Het instandhoudingsdoel voor de Zwarte Zee-eend heeft betrekking op het behoud van omvang en kwaliteit van de populatie. De Voordelta is voor de Zwarte Zee-eend het belangrijkste foerageergebied in de Noordzeekustzone. Als gevolg van de aanleg van de Tweede Maasvlakte verdwijnt 2430 hectare aan potentieel foerageergebied in de Voordelta. Dit verlies wordt als significant beschouwd en dient gecompenseerd te worden.

De instandhoudingsdoelen voor zowel de Grote Stern als de Visdief hebben betrekking op het aantal broedparen in de gehele Delta. Als gevolg van de aanleg van de Tweede Maasvlakte verdwijnt een bepaald oppervlakte aan foerageergebied in de buurt van de broedkolonies in de noordelijke Delta. Om voedsel te vinden moeten de Grote Stern en de Visdief een langere afstand vliegen tussen de broedkolonies en het foerageergebied. Hierdoor worden de huidige broedkolonies mogelijk minder geschikt en kan het aantal broedparen in de Delta teruglopen. Het effect van verlies aan foerageergebied wordt als significant beschouwd en dient gecompenseerd te worden. De voorgestelde maatregelen zijn getoets door een audit commissie. De opmerkingen van de audit zijn in het maatregelenpakket





verwerkt. Een verslag van de bijeenkomst van de audit commissie is te vinden in bijlage 16.9.

12.3.2 Compenserende maatregelen

Het veronderstelde effect van de aanleg van de Tweede Maasvlakte op alle drie de vogelsoorten heeft betrekking op voedselvoorziening. Het garanderen van voldoende voedsel is dan ook de belangrijkste opgave. De maatregelen ter compensatie van habitatype 1110 (zie paragraaf 1.2.3) hebben een positief effect op de voedselvoorziening van de te compenseren vogels. Door experts (Heinis et al., 2003) is ingeschat dat door het beperken van bodemberoerende activiteiten in het Zeereservaat een kwaliteitsverbetering van ongeveer 10% behaald kan worden in termen van een toename aan biomassa en diversiteit van bodemdieren. Hierdoor wordt tevens de biomassa en diversiteit van vissen en vogels gestimuleerd. De biomassa en diversiteit waarvan hier sprake is, is niet specifiek gericht op het voedsel van de drie te compenseren vogelsoorten. Zoals aangegeven in paragraaf 12.3, zijn er ook onzekerheden waardoor het effect van de beperking van boomkorvisserij niet met zekerheid te kwantificeren is.

Naast de aanwezigheid van voedsel is ook de voedselbeschikbaarheid van belang. Vogels hebben een bepaalde actieradius waarbinnen zij foerageren. Als de afstanden van broedlocaties of rustgebieden naar de foerageergebieden te groot worden, gaat het rendement van de voeding omlaag. Voor de Zwarte Zee-eend geldt ook, dat het voedsel niet onmiddellijk na het instellen van de maatregel beschikbaar is.

Er bestaat het risico dat door het uitsluiten van de boomkorvisserij (groter dan 260 pk) wel een algemene kwaliteitsverbetering van biomassa en diversiteit van bodemdieren van 10% optreedt, maar dat deze 10% verbetering niet specifiek en/of snel genoeg opgaat voor de drie te compenseren vogelsoorten vanwege hun specifiek dieet (schelpdieren, vissen). Mogelijk wordt de compensatieopgave hierdoor niet gehaald en voldoet Nederland niet aan haar verplichtingen. Om dit risico te beperken worden naast het uitsluiten van de boomkorvis-

serij nog aanvullende maatregelen en activiteiten geadviseerd:

- beperking schelpdiervisserij ten behoeve van de voedselvoorziening van schelpdieretende vogels door dynamisch beheer. Deze maatregel houdt verband met voedselreservering voor schelpdieretende vogels zoals de Zwarte Zee-eend en de Eidereend (indicatorsoort H1110);
- beperken van verstoring door middel van het instellen van rustgebieden in de buurt van het foerageergebied. Deze rustgebieden fungeren als tussenstop voor vogels op weg naar hun foerageergebied, als veilige rustplaats voor vogels wanneer ze even niet foerageren, of als plaats om juveniele dieren te voederen;
- onderzoek naar het effect van garnalenvisserij op het voedsel van visetende vogels (zie paragraaf 12.5).

Verwacht wordt dat een combinatie van het verbeteren van de voedselsituatie en het garanderen van voldoende rust nabij het foerageergebied het meeste rendement in termen van 'natuurwinst' op zal leveren. De randvoorwaarden voor rust verschillen per soort. Bij het afleiden van de rustgebieden is gebruik gemaakt van verstoringafstanden van de verschillende soorten.

Het beperken van verstoring kan gerealiseerd worden door het instellen van rustgebieden. Met deze compenserende maatregel worden de te compenseren vogelsoorten waaronder de indicatorsoorten van habitatype 1110 geholpen (Eidereend en Roodkeelduiker). Ook is de maatregel van groot belang voor de Gewone Zeehond. Voor de Gewone Zeehond geldt geen compensatieopgave. Wel geldt voor deze soort een verbeteropgave vanuit de instandhoudingsdoelstelling. De Gewone Zeehond is daarom meegenomen bij de bepaling van de locatie en de begrenzing van de rustgebieden. De mate van verstoring van vogels en zeezoogdieren is afhankelijk van de gevoeligheid per soort, de verstoring bron en de frequentie waarmee de verstoring voorkomt (luidruchtige, onvoorspelbare en/of snel bewegende bronnen verstoren meer dan





Jan van Gent verstrikt in visnet © Joost Bergsma

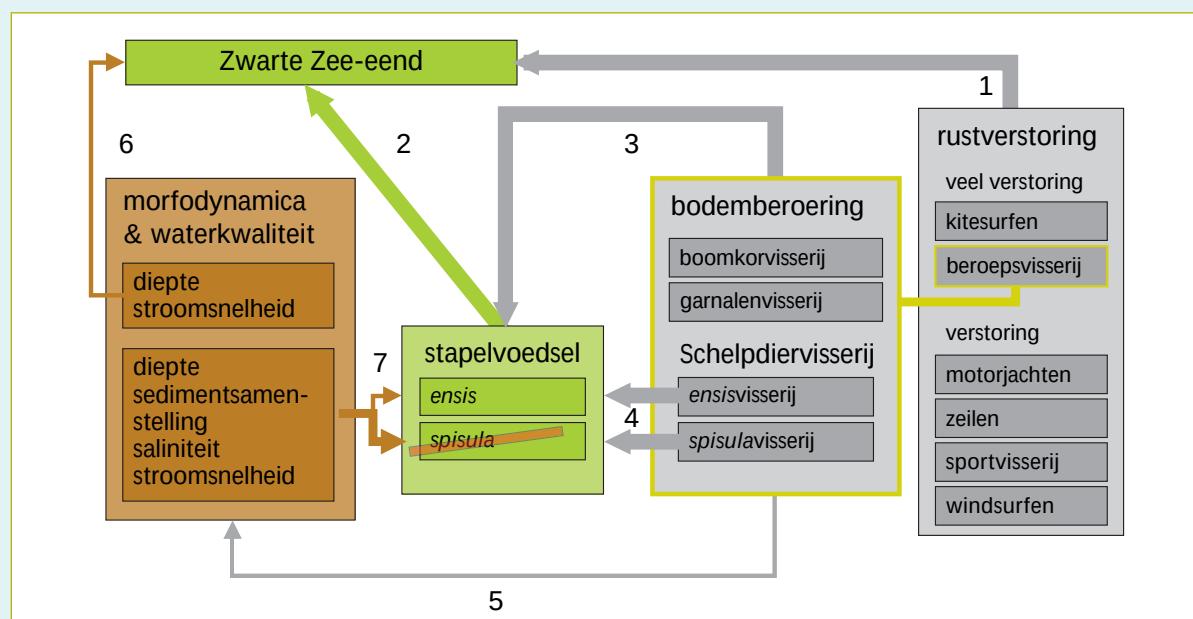
stille, langzaam voortbewegende, voorspelbare bronnen).

De begrenzing van de rustgebieden is gebaseerd op de verstoringscontouren rondom de gebieden waarin de grootste groepen vogels voorkomen en op de specifieke ligplaatsen van zeehonden. De informatie om te komen tot deze verstoringscontouren is ontleend aan de nulmetingen, aangevuld met langjarige monitoringsreeksen (zie voorgaande kennishoofdstukken). Voor het vaststellen van de verstoringscontouren voor vogels is uitgegaan van de kerngebieden waarin zij voorkomen. De in de kennishoofdstukken genoemde verstoringsafstanden variëren sterk per soort, afhankelijk van de situatie. Daarom is vanaf de buitenste rand van het kerngebied vervolgens per soort de verstoringsafstand aangegeven. Zie bijlage 16.5 voor een beschrijving van de exacte methodiek. Voor zeehonden is uitgegaan van een verstoringsafstand van 1200 m. Deze afstand is bepaald op basis van bestaande kennis. Zeehonden gebruiken een beperkt aantal min of meer vaste rustplaatsen op

de droogvallende platen die voldoen aan bepaalde criteria (hoge plaat, nabij geul, steile helling).

Veel van de natuurwaarden die zich in de Voordelta bevinden, zijn gekoppeld aan de dynamische plaatcomplexen in het gebied. Deze plaatcomplexen zijn aanzienlijk ontwikkeld na de voltooiing van de Deltawerken. Starre grenzen (in dit geval starre grenzen van rustgebieden) verhouden zich per definitie niet goed tot het dynamische en veranderlijke karakter van het gebied. Er is dan ook een uitgebreide studie verricht naar de morfodynamische ontwikkeling van de Voordelta om het mogelijk te maken maatregelen te vinden, die ook op langere termijn zo duurzaam mogelijk zijn. De grenzen van de rustgebieden zijn op basis van de studie zó gekozen, dat wordt voorkomen dat de ecologisch waardevolle zandplaten en achterliggende ondiepten op korte termijn het begrensde rustgebied 'uitwandelen'. Bij de bespreking van de verschillende rustgebieden worden de te verwachten toekomstige morfologische ontwikkelingen nader toegelicht.





Ingreep-effectketen van de Zwarte zee-eend

12.3.3 Zwarte Zee-eend

In paragraaf 11.6 is de effectketen voor de Zwarte Zee-eend gepresenteerd. Deze keten ligt ten grondslag aan het maatregelenpakket voor deze soort. Hierboven wordt de figuur nogmaals weergegeven.

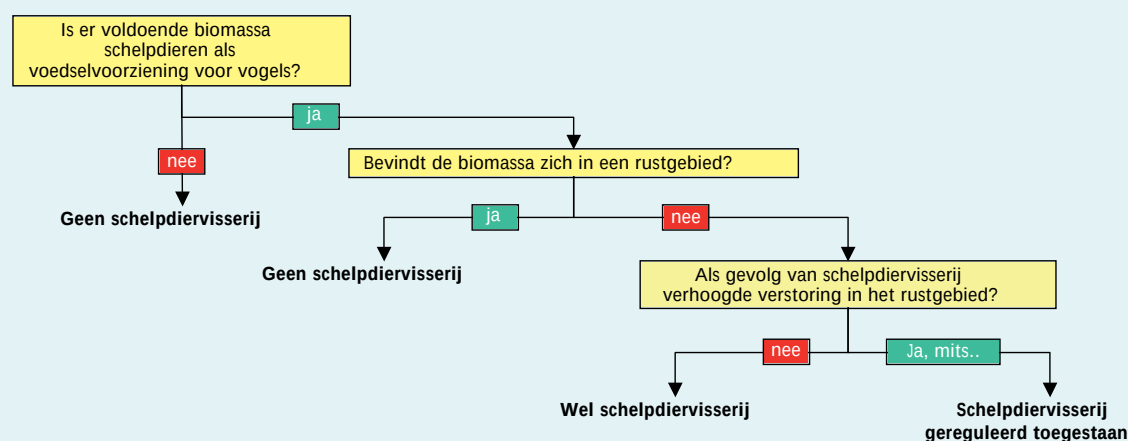
Voedselvoorziening

Zoals in de ingreep-effectketen zichtbaar is (effect relatie 4) heeft visserij een rechtstreeks effect op de voedselvoorziening voor de Zwarte Zee-eend. Visserijbeperkende maatregelen, zoals deze beschreven staan in de paragraaf 12.3.2 gaan een negatief effect op de voedselvoorziening als gevolg van de aanleg van de Tweede Maasvlakte tegen. Verwacht wordt dat deze maatregel tot een toename van de benthos-biomassa zal leiden.

Zwarte Zee-eenden zijn in hun voedselvoorziening afhankelijk zijn van schelpdieren in een voldoende dichtheden, zogenaamde schelpdierbanken, op locaties met een beperkte diepte. Schelpdiervisserij richt zich specifiek op schelpdierbanken. Daarom wordt voor de Zwarte Zee-eend naast de uitsluiting van de boomkorvisserij als maatregel geadviseerd om de schelpdiervisserij te beperken doormiddel van dynamische schelpdiervisserij. Uitgangspunt

van deze maatregel is, dat pas gevisst mag worden, wanneer het schelpdierbestand voldoende groot is om de voedselvoorziening voor vogels te garanderen (voedselreservering). Deze maatregel heeft niet alleen een positief effect op de Zwarte Zee-eend maar ook op andere schelpdieretende vogelsoorten zoals de Eidereend (indicatorsoort voor habitattpe 1110). Wanneer de schelpdiervisserij op en rond de platen gereguleerd wordt zal ook de verstoring van vogels en zeehonden gereduceerd worden. Geadviseerd wordt de mate van verstoring van visserij te onderzoeken met een experiment nabij de Hinderplaat (zie paragraaf 12.5). Afhankelijk van de resultaten van een dergelijk onderzoek zal blijken of het nodig is de maatregelen aan te passen.

In figuur 12.1 wordt een beslisboom voor dynamisch beheer van schelpdiervisserij getoond. Volgens deze beslisboom mag pas gevisst worden, wanneer de biomassa van het schelpdierbestand voldoende groot is om de voedselvoorziening voor vogels te garanderen. De definitie van 'voldoende biomassa' dient voorafgaand aan de jaarlijkse vergunningverlening te worden bepaald en moet worden vastgesteld in relatie tot aantallen vogels die op de schelpdieren prederen.



Figuur 12.1: Beslisboom regulering schelpdiervisserij

In het Zeereservaat worden diverse rustgebieden ingesteld voor beperking van verstoring van vogels en zeehonden. RIKZ adviseert om de rustgebieden per definitie gesloten te houden voor schelpdiervisserij.

Rustgebieden

De Zwarte Zee-eend staat bekend als gevoelig voor verstoring (effectrelatie 1). Zoals aangegeven in de ingreep-effectketen kan verstoring worden veroorzaakt door passerende vaartuigen en verschillende vormen van recreatie. Om voldoende rust te garanderen worden twee rustgebieden ingesteld binnen de grenzen van het Zeereservaat: de Bollen van de Ooster en de Bollen van het Nieuwe Zand.

Bollen van de Ooster

De Bollen van de Ooster worden voor de compensatieopgave als rustgebied aangewezen voor zowel de Zwarte Zee-eend als de Grote Stern.

Zwarte Zee-eenden rusten in de luwte van de Bollen van de Ooster op het ondiepe water ten oosten van de platen (paragraaf 7.2). Dit gebied is vermoedelijk momenteel van ondergeschikt belang als foerageergebied voor Zwarte Zee-eenden omdat zich hier de laatste jaren geen noemenswaardige dichtheden schelpdieren bevinden.

Grote Stern kunnen het droogvallende deel van de Bollen van de Ooster bij laag water gebruiken als rustgebied en als gebied om hun jongen achter te laten tijdens het foerageren, waardoor de vlieg-

afstand naar de jongen wordt verkleind.

Naast rustgebied voor de Zwarte Zee-eend en de Grote Stern zijn de Bollen van de Ooster tevens van belang voor de Gewone Zeehond (paragraaf 8.1). Hoewel voor de Gewone Zeehond geen compensatieopgave geldt, is voor deze soort vanuit de instandhoudingsdoelen een verbeteropgave geformuleerd met betrekking tot het areaal rustgebied. Daarom is het voorkomen van de Gewone Zeehond in de begrenzing van het rustgebied meegenomen

Wanneer de gebieden waarin Zwarte Zee-eenden voorkomen en de gebieden van de Gewone Zeehonden met een verstoringafstanden worden omgeven van respectievelijk 500 m en 1200 m (deze afstand is ook voldoende voor de Grote Stern), worden de contouren van het rustgebied zichtbaar in kaart 12.2. (Deze kaart komt nog!)

De begrenzing van het rustgebied is gebaseerd op de verstoringcontouren van de Zwarte Zee-eend, de Grote Stern en de Gewone Zeehond. Op een aantal punten is tegemoet gekomen aan verzoeken van de recreatiesector; geadviseerd wordt dan ook:

- openhouden van een gebied voor bijv. golfsurfers aan de noordoostpunt over een lengte van één km, met strikte afspraken over handhaving. Hiertoe wordt van de meest noordoostelijke punt langs de noordkant van de plaat een lijn getrokken van een kilometer. Het eindpunt bepaalt de grens van het rustgebied. Vanuit dit eindpunt wordt een denkbeeldige lijn getrokken naar de

vuurtoren van Haamstede. Hierdoor ontstaat een gebied in de vorm van een punt dat voor golfsurfers open wordt gesteld;

- in het zuidoosten hanteren van een flexibele grens. In de winter wanneer de meeste vogels aanwezig zijn, is het gebied het grootst. De grenzen zijn gebaseerd op de verstoringscontouren voor Zwarte Zee-eend en Gewone Zeehond. 's-Zomers bij maximale recreatiedruk wordt het gebied verkleind. In de zomer wordt de 1200 m verstoringscontour voor zeehonden als grens aangehouden. In april bevinden zich bij de Bollen van de Ooster nog relatief veel vogels. De zomer begrenzing wordt zodoende per 1 mei van kracht en duurt tot 1 oktober;
- een corridor vanaf de trailerhelling zeewaarts en een corridor noordwaarts vanaf de trailerhelling (deze valt buiten de begrenzing). Deze corridor is uitsluitend bedoeld voor doorvaart van recreatieve vaartuigen (niet zeilend) en kleine beroepsvisvaartuigen, niet als doorgang voor surfers;
- de mogelijkheid voor kanotochten en georganiseerd plaatbezoek naar De Bollen van de Ooster onder coördinatie en begeleiding van natuurbeheerder, onder bepaalde voorwaarden: de bezoeken moeten plaatsvinden buiten de periode van Sterns (april-half september zie paragraaf 7.4.) en buiten de zoogperiode van de Gewone Zeehond

(mei-september) en buiten de zoogtijd van de Grijze Zeehond (december-januari).

Kaart 12.2 laat de begrenzing voor het rustgebied Bollen van de Ooster zien. De huidige grens is een compromis tussen recreatie vanaf het strand en het voorkomen van vogels in het gebied ten oosten van de Bollen van de Ooster tot de kust.

De grens aan de noordwest kant is vlak langs de verstoringscontour van Gewone Zeehonden getrokken.

De oostelijke contour van het rustgebied volgt de geul Schaar. De geul en de ondiepten parallel aan de geul behoren tot de meest dynamische delen van de monding van de Grevelingen. Door de morfodynamiek zal in de toekomst meer of minder geul, en dus ook meer of minder ondiepte binnen het rustgebied vallen. De ondiepte vormt één morfologisch element, dat daarom bij voorkeur geheel binnen het rustgebied moet liggen. Voor het gebied bij de Schaar zou een dynamische grens kunnen worden gekozen, die bijvoorbeeld de veranderingen van een dieptecontour van de geul volgt. Het alternatief is een grens die de Schaar ruim omsluit.

De noordoostpunt is vrijgegeven ten behoeve van golfsurfers (zie boven voor exacte grenzen).

De zuidoostelijke zomergrens loopt vlak langs de verstoringscontour van de Gewone Zeehond, terwijl de wintergrens is gebaseerd op de verstoringscontour van de Zwarte Zee-eend.

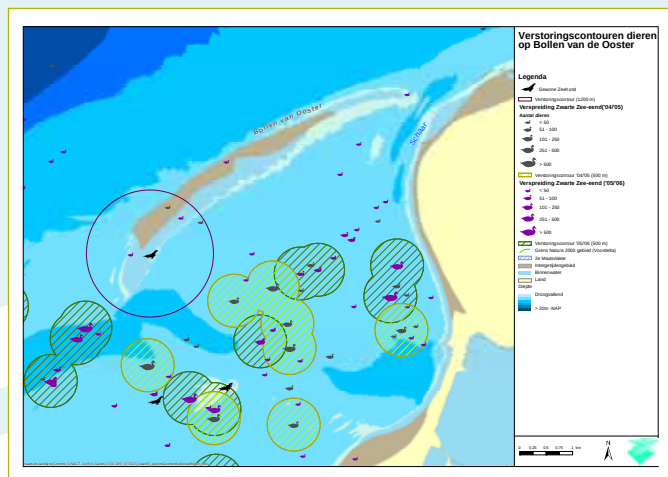
De zuidwestelijke grens is gebaseerd op het verstoringscontour van de Zwarte Zee-eend.

De verwachte verplaatsingen van de Bollen van de Ooster zijn allemaal naar het rustgebied toe gericht. Door de morfologische veranderingen wijzigt het karakter van het rustgebied niet.

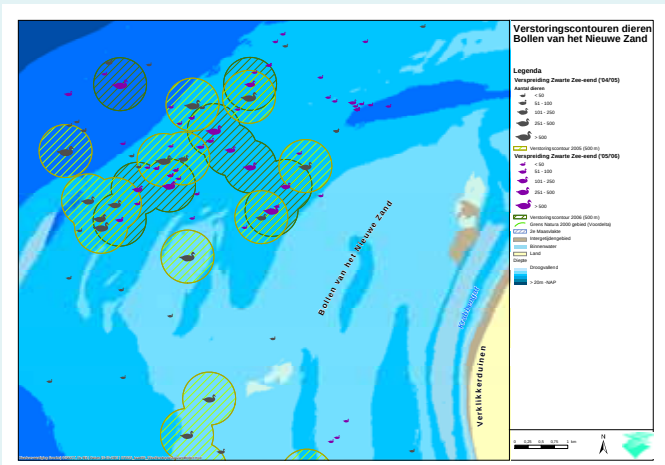
Bollen van de Nieuwe Zand

Het andere rustgebied voor Zwarte Zee-eenden ligt bij de Bollen van het Nieuwe Zand. De aanwijzing en begrenzing van dit rustgebied zijn specifiek gebaseerd op het voorkomen van de Zwarte Zee-eend. Zwarte Zee-eenden rusten bij de Bollen van het Nieuwe Zand op het ondiepe water.

De begrenzing van het rustgebied is vastgesteld met behulp van de verstoringscontouren rond het

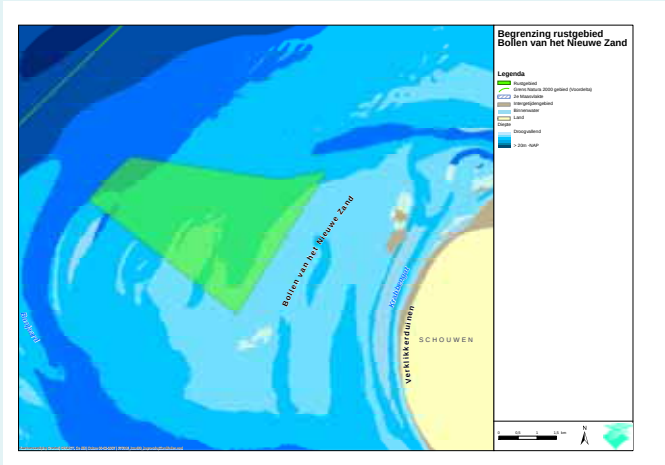


Kaart 12.2: Verspreidingscontouren dieren Bollen van de Ooster



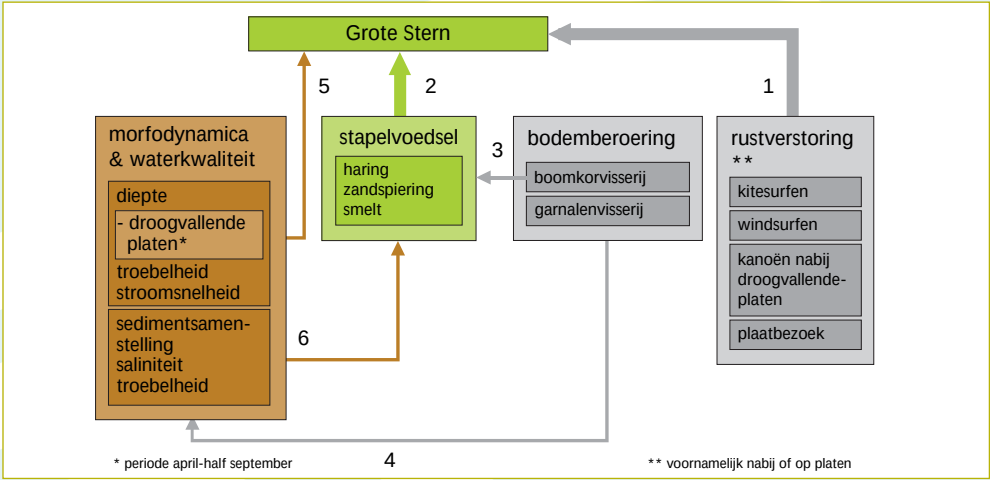
Kaart 12.3: Verspreidingscontouren dieren Bollen van de Ooster

voorkomen van de Zwarte Zee-eend in dit gebied. Dit is weergegeven in kaart 12.3. Daarbij is rekening gehouden met de mogelijkheid tot doorvaart van de vaargeul. Kaart 12.4 laat de begrenzing voor het rustgebied Bollen van het Nieuwe Zand zien. De grens aan de noordzijde volgt ruwweg de ligging van het Brouwershavensche Gat, een vaargeul die vrij blijft voor doorvaart. Vanuit het Brouwershavensche Gat ontwikkelt zich een ebschaar. Dit is een natuurlijk onderdeel van een buitendelta waardoor het karakter van het rustgebied niet verandert. De grens aan de oostzijde loopt dwars over de Banjaard en heeft geen koppeling met de morfologie.

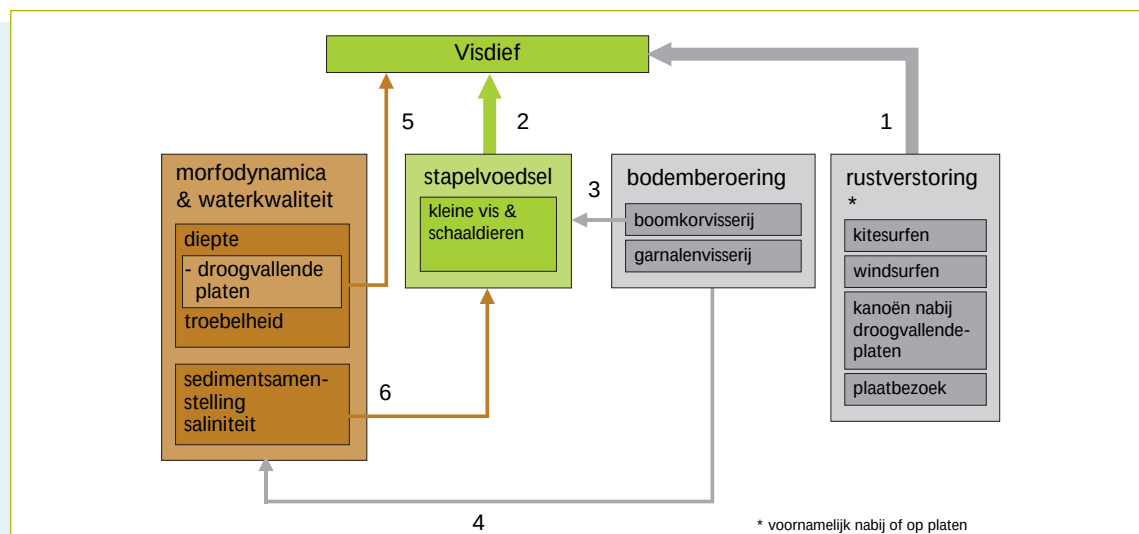


Kaart 12.4: Begrenzing Bollen van het Nieuwe Zand

De grens is arbitrair gekozen. De zandbanken in het gebied zullen met een snelheid van 20 tot 40 m/j over de grens van het rustgebied naar het oosten verplaatsen. Om de banken langer in het gebied te houden, wordt aanbevolen om de grens aan de landzijde verder naar het oosten te leggen. Gebruik van dit gebied is in de huidige situatie beperkt, het gebied is te gevaarlijk voor bootjes. De begrenzing aan de zuidzijde is de zuidgrens van het zoekgebied zoals vastgesteld in de PKB. De westelijke grens volgt de 3 mijls zone, en is daarmee de grens van het zoekgebied Zeereservaat.



Ingereep-effectketen van de Grote Stern



Ingreep-effectketen van de Visdief

In de geadviseerde maatregelen wordt dit gebied jaarrond gesloten voor alle activiteiten.

12.3.4 Grote Stern en Visdief

In paragraaf 11.8 en paragraaf 11.9 zijn de ingreep-effectketens voor resp. Grote Stern en Visdief gepresenteerd. Deze ketens liggen ten grondslag aan het maatregelenpakket voor deze soorten. De ketens zijn hier nogmaals gegeven

Voedselvoorziening

Het instandhoudingsdoel voor de Grote Stern en de Visdief heeft betrekking op het aantal broedparen in de Delta. Veel Grote Sterns en Visdieven foerageren tijdens het broedseizoen in de Voordelta. Zoals in beide ingreep-effectketens zichtbaar is (effect relatie 3), heeft visserij een rechtstreeks effect op de voedselvoorziening voor de Grote Stern en de Visdief. Het garanderen van voldoende voedsel is dan ook een belangrijke opgave. Ingeschat wordt, dat het uitsluiten van boomkorvisserij in het Zeereservaat (zie 12.2.3) een kwaliteitsimpuls zal geven waarvan ook Grote Stern en Visdief zullen profiteren. De prooien van beide sternen zijn echter geen direct doel van de boomkorvisserij en ze zijn vaak ook te klein om bijvangst te zijn. Waarschijnlijk heeft de garnalenvisserij een groter effect op de prooidieren. Indien de verbetering door enkel uitsluiting van boomkorvisserij niet voldoende is om

de compensatieopgave te halen voldoet Nederland niet aan haar verplichtingen. Om dit risico te beperken wordt door het RIKZ geadviseerd aanvullend een experiment uit te voeren waarmee het effect van garnalenvisserij op de prooidieren van Grote Stern en Visdief wordt onderzocht. Doel is na te gaan in hoeverre de bijvangst van hun prooien een rol speelt in de voedselvoorziening (zie paragraaf 12.5).

Rustgebieden

De Grote Stern heeft tijdens het foerageren een actieradius van ruim 30 km, de Visdief van maximaal 10 km. Als gevolg van de aanleg van de Tweede Maasvlakte gaat (potentieel) foerageergebied verloren. Hierdoor wordt de afstand van de voedselgronden ten opzichte van de broedkolonies vergroot. Naast de bovengenoemde maatregel ter bevorderingen van het voedselaanbod dienen ook maatregelen getroffen te worden om de vliegafstand tussen de kolonies en de voedselgronden te verkleinen. Het verplaatsen van de broedkolonies wordt niet haalbaar geacht. Beide sternsoorten maken bij laagwater gebruik van zandplaten om te rusten tijdens foerageersessies. Om het voedsel beter toegankelijk te maken worden de zandplaten waarop de vogels rusten ingesteld als formele rustgebieden. Tussen foerageersessies in, kunnen de vogels dan zonder verstoring rusten. Vliegvlugge jongen kunnen in de gebieden op hun ouders

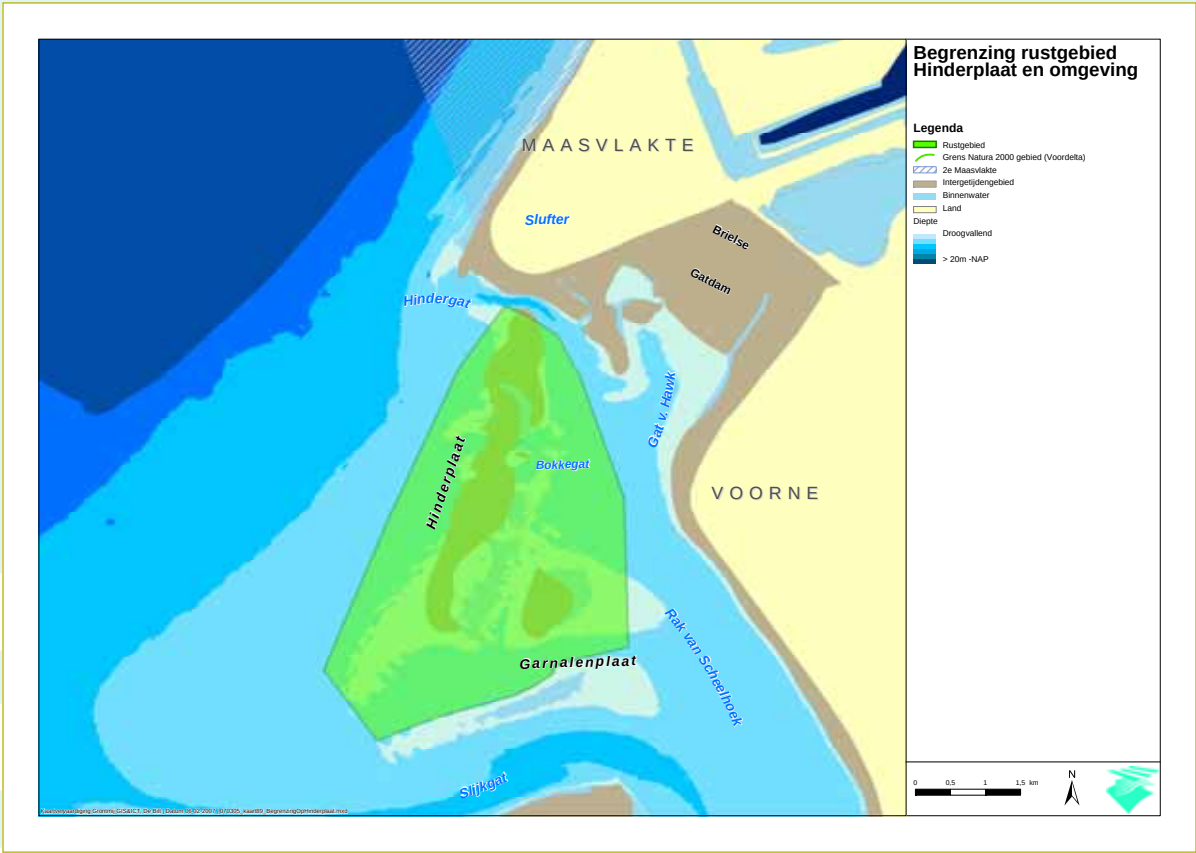
wachten ('kindercreche'), waardoor ze efficiënter kunnen worden gevoed (april- half september para- graaf 7.4).
Voor de Grote Stern worden twee rustgebieden ingesteld: Bollen van de Ooster en de Hinderplaat. De Hinderplaat wordt tevens aangewezen als rust- gebied omdat de Visdief in het gebied voorkomt. Een beschrijving van rustgebied de Hinderplaat is hieronder gegeven. Voor een beschrijving van rustgebied De Bollen van de Ooster van de Zwarte Zee-eend zie pagina 229.

Hinderplaat

De Hinderplaat en omgeving wordt vanuit de com- pensatieopgave aangewezen als rustgebied voor zowel de Grote Stern als de Visdief. Beide stern- soorten rusten tijdens laagwater op de platen. Naast rustgebied voor de Visdief en de Grote Stern is de Hinderplaat tevens van belang voor de Gewone Zeehond. Hoewel voor de Gewone

Zeehond geen compensatieopgave geldt, is voor deze soort vanuit de instandhoudingsdoelen een verbeteropgave geformuleerd met betrekking tot het areaal rustig gebied. De Hinderplaat en omge- ving vormt daarnaast ook een belangrijk rust- en foerageergebied voor de Eidereend (indicatorsoort voor habitatype 1110) en andere vogelsoorten waarvoor vanuit de instandhoudingsdoelen een behoudsopgave geldt (bijvoorbeeld de Aalschol- ver). Het gebied waarin de Gewone Zeehond voor- komt is gebruikt voor het tekenen van een contour, daarbij is uitgegaan van een verstoringafstand van 1200m. De verstoringafstand voor Grote Stern en Visdiefje vallen hierbinnen (kaart 12.5)
Geadviseerd wordt het gebied jaarrond voor recre- atief gebruik te sluiten voor alle activiteiten met uitzondering van:

- een corridor ten noorden van het rustgebied.
Deze corridor is uitsluitend bedoeld voor door- vaart van recreatieve vaartuigen (niet zeilend) en



Kaart 12.5: Begrenzing van het rustgebied Hinderplaat en omgeving.



kleine beroepsvisvaartuigen, niet als doorgang voor surfers;

- mogelijke kanotochten en georganiseerd bezoek naar de Hinderplaat onder coördinatie en begeleiding van een natuurbeheerder, onder bepaalde voorwaarden: buiten de broedperiode van Sterns (april- half september, zie paragraaf 7.4) en buiten de zoogperiode van de Gewone Zeehond (mei-september);
- het versturende effect van de kleine beroepsvaartuigen zal worden onderzocht aan de hand van een experiment (onderzoeksmonitoring: zie paragraaf 12.5). RIKZ adviseert het rustgebied niet toegankelijk te maken, totdat is aangetoond dat de verstoring door kleine beroepsvaartuigen minimaal is.

Kaart 12.5 laat de begrenzing voor het rustgebied de Hinderplaat zien. De grenzen zijn gebaseerd op de verstoringscontouren van de Gewone Zeehond en op toegemoetkoming aan de verzoeken van de recreatiesector.

De noordelijke grens sluit aan bij het rustgebied Brielse Gat, een rustgebied dat voorgesteld is in het kader van Natura 2000 (RWS, in prep.) Het Hindergat wordt vrijgehouden voor de doorvaart van langzame vaartuigen. Deze corridor is uitsluitend bedoeld voor doorvaart van recreatieve vaartuigen (niet zeilend) en kleine beroepsvisvaartuigen, en niet als doorgang voor surfers. De locatie van het Hindergat aan de noordzijde van het rustgebied is stabiel, zodat de corridor tussen dit rustgebied en het rustgebied Brielse Gat niet veel zal hoeven op te schuiven in de komende jaren. Het Hindergat wordt gaandeweg ondieper, maar het is niet te voorzien of en wanneer problemen voor de scheepvaart ontstaan.

De oostelijke grens is gebaseerd op de verstoringscontouren. Er is enige ruimte genomen in verband met de morfologische verplaatsing van het plaatcomplex in oostwaartse richting.

De zuidelijke grens wordt onder andere bepaald door de voorwaarde dat er geen beperkingen voor scheepvaart mogen zijn in het Slikgat. Daarnaast is met de grens ligging de mogelijkheid gecreëerd voor de recreatie (bijvoorbeeld voor kano's en

kleine zeilboten) om gebruik te maken van de zuidelijke Garnalenplaat. De zuidelijke grens ligt dan ook langs de noordzijde van de zuidelijke Garnalenplaat. De zuidelijke Garnalenplaat ligt direct ten noorden van de buitenbocht van het slikgat. Dit creëert voor recreatie de ruimte om de plaat te betreden via de zuidkant. Omdat de grens van het rustgebied grenst aan de noordgrens van de zuidelijke Garnalenplaat is het voor de recreatie niet mogelijk om de plaat via de noordkant te verlaten, dit in verband met verstoring in de rest van het rustgebied.

De westelijke grens is gebaseerd op de verstoringscontouren.

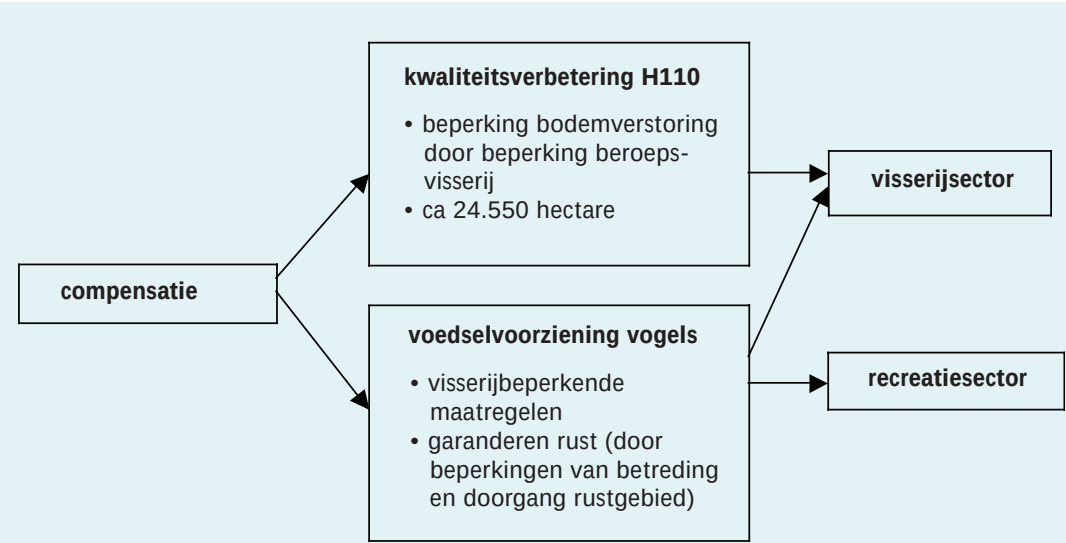
Het areaal intergetijdengebied van de Hinderplaat is sinds de jaren tachtig afgenomen van ruim 1,7 km² tot ongeveer 1,0 km². Deze afname zal waarschijnlijk doorzetten. Ook de afname van de hoogte van de plaat van meer dan NAP +1 m in het begin van de jaren negentig tot ruim NAP +0,5 m tegenwoordig, gaat waarschijnlijk door. De oostwaartse verplaatsing van de Hinderplaat gaat voor het noordelijke deel waarschijnlijk door met een snelheid van 30 m/j (bandbreedte 20 – 40 m/j). Binnen 5 tot 10 jaar zal een veel omvangrijker aaneengesloten plaatgebied kunnen ontstaan aan de zuidzijde van de huidige Hinderplaat, doordat de Hinderplaat en de Garnalenplaat samenkomen. Als gevolg hiervan neemt de beschikbaarheid van steile plaatranden af en wordt het gebied mogelijk minder aantrekkelijk voor zeehonden. De veranderingen treden op binnen de grenzen van het rustgebied. Ook bij het toelaten van getij in het Haringvliet wordt niet verwacht dat de Hinderplaat naar het westen, tot buiten het rustgebied zal verplaatsen.

12.4 Samenvatting: totaalpakket maatregelen

12.4.1 Overzicht van alle maatregelen

Ter compensatie van de effecten van de aanleg van de Tweede Maasvlakte worden in de Voordelta





Figuur 12.2: Opbouw maatregelenpakket ter compensatie van de aanleg van de Tweede Maasvlakte

twee typen maatregelen uitgevoerd: het instellen van een zee(bodem)reservaat en het instellen van rustgebieden. Figuur 12.2 geeft een schematisch overzicht van de compensatiemaatregelen en de gebruiksfuncties die hierdoor beïnvloed worden.

Instelling zee(bodem)eservaat

Door experts (Heinis et al., 2003) is ingeschat dat door bodemberoerende activiteiten in het Zeereservaat te beperken of uit te sluiten, een kwaliteitsverbetering van ongeveer 10% behaald kan worden in termen van een toename aan biomassa en diversiteit van bodemdieren. In de Voordelta bestaan bodemberoerende activiteiten met name uit bodemberoerende vormen van visserij. Aange-

nomen wordt, dat het uitsluiten of beperken van bodemberoerende activiteiten zal leiden tot een toename in biomassa en diversiteit van bodemdieren en vissen, met als gevolg een toename van de voedselbeschikbaarheid voor bodemdieretende en visetende vissoorten, vogels en zeezoogdieren. Tabel 12.2 geeft een overzicht van de te nemen maatregelen en uit te voeren activiteiten ten behoeve van het zee(bodem)reservaat, het doel van de maatregel en het directe effect op indicatorsoorten van habitattype 1110.

Als gevolg van de aanleg van de Tweede Maasvlakte gaat 2455 hectare van habitattype 1110 verloren. Uitgangspunt is dat de maatregelen een kwaliteitsverbetering van 10% teweegbrengen. Bij

Tabel 12.2: Overzicht van alle maatregelen ten behoeve van het gehele zee(bodem)reservaat, het doel van de maatregel en het directe effect op indicatorsoorten van habitattype 1110.

maatregel & activiteit	doel	effect op indicatorsoorten
uitsluiten boomkorvisserij groter dan 260 pk	10% kwaliteitsverbetering H1110	bodemdierenenthus: via voedselketen vis en vogels
dynamisch beheer schelpdiervisserij	voedselreservering schelpdieretende vogels	Schelpdieren, Zwarte Zee-eend
experiment effecten garnalenvisserij	kwantificering effect garnalenvisserij bodemdieren	bodemdieren: via voedselketen vis en vogels

een kwaliteitsverbetering van 10% dient een Zee-reservaat met een omvang van 24.550 hectare te worden ingesteld.

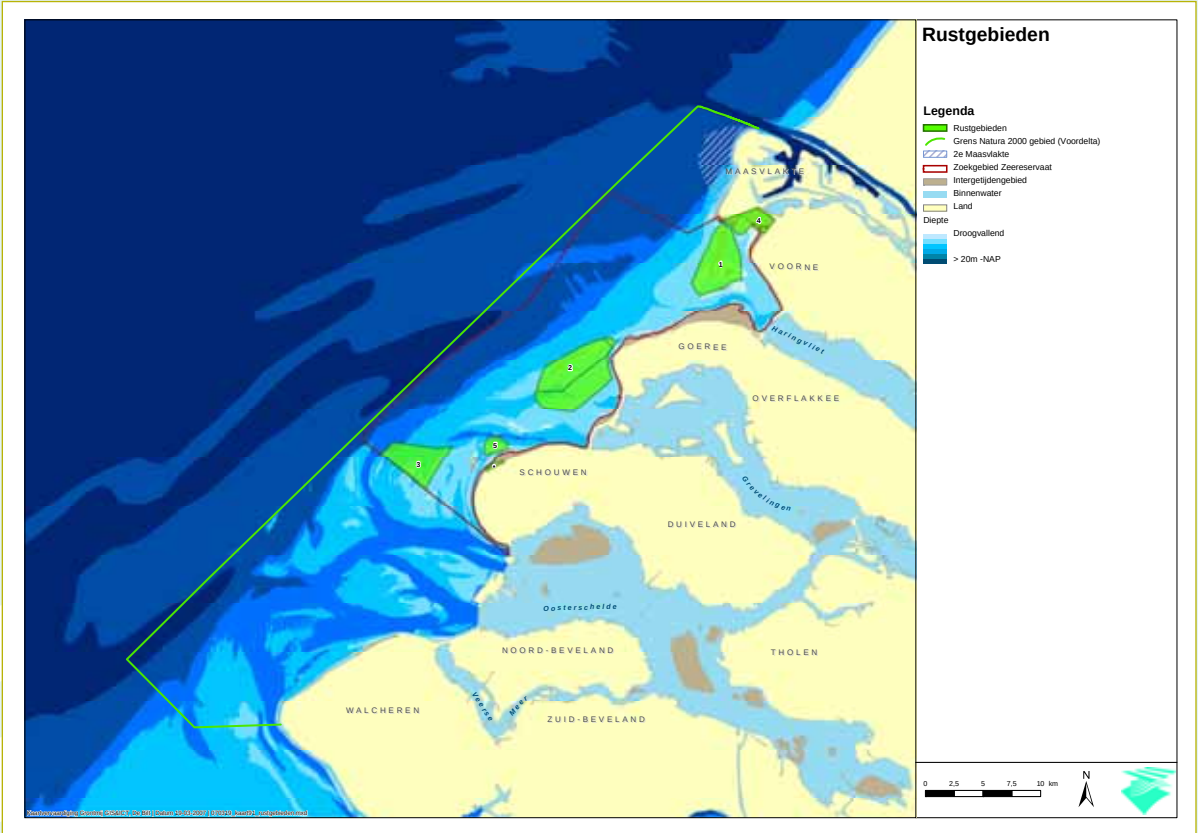
Instelling rustgebieden

In aanvulling op de kwaliteitsverbetering van de zeebodem wordt geadviseerd voldoende rust te garanderen voor de vogels om te kunnen profiteren van het toegenomen voedselaanbod. Deze rust zal

gerealiseerd worden door het instellen van rustge-bieden. De Bollen van de Ooster, de Bollen van het Nieuwe Zand en de Hinderplaat en omgeving zijn in het kader van de compensatieopgave aangewezen als rustgebied. Kaart 12.6 laat het totale maatregelenpakket in het Zeereservaat zien.

De permanente rustgebieden zijn bedoeld voor specifieke zeevogelsoorten en de Gewone Zee-

In aanvulling op de Zeereservaat rustgebieden ter compensatie van de effecten van het aanleggen van de Tweede Maasvlakte, worden in de Voordelta vanuit het beheerplan (RWS, in prep.) ten behoeve van de instandhoudingsdoelen nog twee gebieden aangewezen als rustgebied. Tevens is er in het kader van het beheersplan nog een zogenoemd ‘aandachtsgebied’ aangewezen. In het aandachtsgebied wordt het gebruik met de huidige intensiteit gecontinueerd. Een toename van intensiteit in de winterperiode dient voorkomen te worden. Deze laatste drie gebieden hebben geen relatie met de compensatieopgave en worden daarom in de voorliggende rapportage niet besproken. Voor een uitgebreide beschrijving van de gebieden wordt verwezen naar het Beheerplan Voordelta (RWS, in prep.).



Kaart 12.6: Totaal maatregelenpakket in het Zeereservaat

hond. Voor het resterende zeegebied en de stranden in de noordelijke Voordelta zijn vooralsnog geen beperkingen voorzien voor recreatief gebruik. Dit is anders dan het huidige gebruik en beleid. Tabel 12.3 geeft een overzicht van de compenserende maatregelen ter beperking van verstoring. Aangegeven wordt voor welke soort de maatregel geldt, welke periode de maatregelen geldig zijn en welke uitzonderingen hierop gelden.

Toegestaan gebruik

De rustgebieden zijn in principe gesloten voor alle recreatieve activiteiten. De uitzonderingen hierop staan genoemd in Tabel 12.3 en betreffen beperkt en gereguleerd plaatbezoek en kanoën in rustgebied 'Bollen van de Ooster' en 'Hinderplaat en omgeving'.

In het Zeereservaat gelden de volgende beperkingen voor recreatie:

- alle activiteiten op het strand zijn toegestaan, mits men zich houdt aan de huidige zonering;
- sportvissen en overige recreatievaart blijft mogelijk buiten de rustgebieden en/of in daarvoor aangewezen corridors;
- surfen is mogelijk voor zover er geen verstoring optreedt in de rustgebieden;
- (georganiseerde) kanotochten en plaatbezoek buiten de rustgebieden. Binnen de rustgebieden

alleen mogelijk buiten de periodes april-september en december-januari vanwege vogels en zeehonden.

Visserijbeperkende maatregelen hebben betrekking op het hele Zeereservaat en dus ook op de rustgebieden. In aanvulling op de maatregelen ter bevordering van habitatype 1110, wordt in de rustgebieden een experiment opgezet om het verstorende effect van kleine visserij in kaart te brengen.

Kansen en aanvullende voorzieningen

Naast potentieel negatieve effecten als gevolg van de aanleg en het gebruik van de Tweede Maasvlakte zullen zich ook kansen voordoen. Enkele voorbeelden kunnen zijn:

- het verbeteren van de natuurbeleving van het gebied rond de Slikken van Voorne zonder verstoring te veroorzaken;
- extra voorzieningen voor recreatie op de Tweede Maasvlakte;
- het aanpassen en/of verbeteren van huidige faciliteiten met betrekking tot recreatie;
- er wordt bekeken wat de ruimte en mogelijkheden zijn voor aquacultuur (kweken in water van vis, zeekraal e.d.) in het Zeereservaat;
- de mogelijkheid tot organiseren van excursies in het Zeereservaat biedt kansen voor de recreatie. Door de extra natuurbeleving neemt het draagvlak voor het Zeereservaat toe.

Tabel 12.3: Compenserende maatregelen ter beperking van verstoring

Rustgebied	Maatregel voor	Periode	Uitzondering
Hinderplaat	Grote Stern Visdief	jaarrond jaarrond	- corridor Hindergat: niet zeilende vaartuigen - georganiseerde kanotochten en plaatbezoek: buiten broed- en zoogperiode - experiment verstorende effect van de kleine beroepsvaartuigen
Bollen van de Ooster	Zwarte Zee-eend Grote Ster	jaarrond jaarrond	- corridor Hindergat: niet zeilende vaartuigen - georganiseerde kanotochten en plaatbezoek: buiten broed- en zoogperiode - flexibele grens, zomers kleiner gebied dan 's winters
Bollen van het Nieuwe Zand	Zwarte Zee-eend	jaarrond	- geen



- nader onderzoek moet uitwijzen of het wellicht toch mogelijk is de broedkolonies van Visdief en Grote Stern dicht bij het Zeereservaat te leggen. Gedacht kan hierbij worden aan het creëren van een vogeleiland.

12.4.2 Aanvullende experimenten

Als onderdeel van de compenserende maatregelen wordt geadviseerd de volgende twee experimenten uit te voeren:

- een experiment ter kwantificering van de effecten van garnalenvisserij op bodemdieren;
- een experiment ter kwantificering van het verstoringseffect van kleine kotters (<260 pk) in geultjes rond de Hinderplaat.

Garnalenvisserij en bodemdieren

Het beschikbare oppervlak voor compensatie in het Zeereservaat bedraagt 25.192 hectare (zie paragraaf 12.1). Totaal moet door de aanleg van de Tweede Maasvlakte 24.550 ha gecompenseerd worden. Dit betekent dat er slechts een kleine marge is om tegenvallende resultaten van de compensatiemaatregelen op te vangen. Bovendien is het nog steeds niet duidelijk wat het effect van garnalenvisserij op bodemdieren en op de vissen die als voedsel voor de Grote Stern dienen is. Als actie wordt een gecontroleerd experiment opgezet ter kwantificering van het effect van garnalenvisserij op de bodemdiergemeenschap en het voedsel van de Grote Stern. Bij evaluatie van de maatregelen worden ook de resultaten van dit onderzoek geëvalueerd.

Wanneer uit de evaluatie blijkt dat het uitsluiten van boomkorvisserij voor onvoldoende resultaat heeft gezorgd om de 10% kwaliteitsverbetering te behalen, kan op basis van de resultaten van het experiment besloten worden of aanvullende maatregelen rondom garnalenvisserij nodig zijn.

Het resultaat van het experiment laat ook zien of het voedsel van de Grote Stern een groot deel van de bijvangst van garnalenvisserij uitmaakt. In dat geval kan garnalenvisserij een risico vormen in het niet behalen van de compensatieopgave, en

moeten wellicht aanvullende maatregelen worden getroffen.

Kleine kotters en rustgebieden

Door kleine kotters wordt momenteel gevestigd in de corridors rond de Hinderplaat. De Hinderplaat en omgeving wordt ingesteld als rustgebied voor de soorten Grote Stern, Visdief en Gewone Zeehond. Het RIKZ adviseert de kleine beroepsvisserij te weren uit het rustgebied Hinderplaten, en te onderzoeken in hoeverre deze vorm van visserij de genoemde soorten in het rustgebied verstoort. Bij evaluatie van de maatregelen worden ook de resultaten van dit onderzoek geëvalueerd. Op basis van de resultaten van het onderzoek kan worden besloten de kleine visserij in de rustgebieden in de volgende planperiode toch toe te staan, indien er geen verstoring is.

Om bruikbare resultaten te verkrijgen is een goede experimentele opzet voor beide experimenten van belang. Deze opzet wordt in een later stadium uitgewerkt.





Legen boxcorer © Joost Bergsma





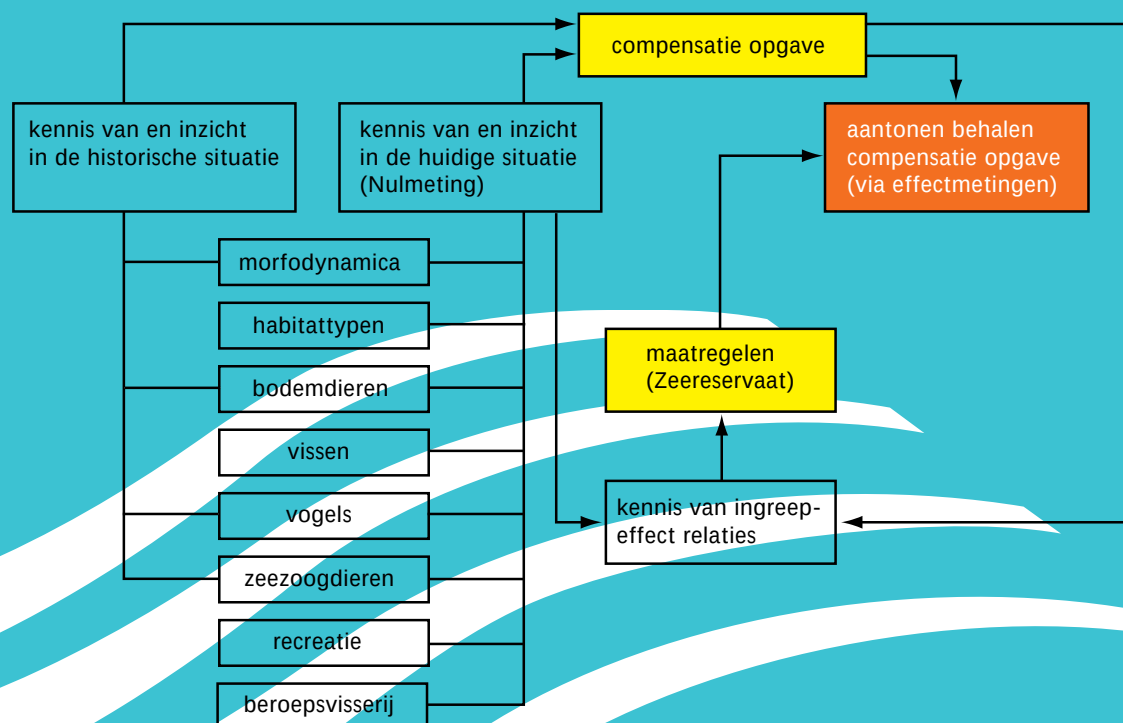
Box-corer © Joost Bergsma



13 Aantonen van behalen compensatieopgave

In de voorgaande hoofdstukken is de inhoudelijke achtergrond en de onderbouwing beschreven van de maatregelen die worden genomen ten behoeve van de compensatieopgave voor de aanleg van Tweede Maasvlakte. Daarmee is aan de belangrijkste doelstellingen van deze rapportage voldaan. Een ander doel van deze rapportage is het leveren van de basis om op termijn aan te kunnen tonen dat er voldoende en tijdig gecompenseerd is.

Dit hoofdstuk doet op basis van informatie uit voorgaande hoofdstukken een aanbeveling voor wat gemeenten moet worden in verband met de compensatiemaatregelen. De eerste paragraaf beschrijft het belang van een goede beoordeling van het effect van de maatregelen. De tweede paragraaf schetst wat er gemeenten moet worden, daarbij is de Grote Stern als voorbeeld genomen. De volgende paragraaf gaat in op de toetsing, waarbij de volgende vragen aan bod komen: welke parameters worden gebruikt voor de toetsing, wanneer is toetsing zinvol en hoe gaat er getoetst worden? Paragraaf 13.4 behandelt de risicobeheersing met betrekking tot de effectmeting. Tot slot eindigt dit hoofdstuk met het mogelijk bijstellen van maatregelen: wat gebeurt er als er teveel of te weinig resultaat geboekt wordt, en zijn er nog mogelijkheden tot aanvullende maatregelen voor compensatie?





13.1 Het belang van goede beoordeling effecten maatregelen

Natura 2000 heeft als doel het duurzaam beschermen van habitats, planten- en diersoorten en hun leefgebieden op Europese schaal. Als de instandhouding van beschermde habitats, planten- en diersoorten door nieuwe activiteit aangetast kan worden, dan dient deze mogelijke schade gecompenseerd te worden. In geval van de aanleg van de Tweede Maasvlakte is het instellen van een Zeereservaat in de Voordelta de belangrijkste compensatiemaatregel. Het Zeereservaat wordt ingesteld om te voldoen aan de verplichting om het verlies van 2455 hectare zeebodem te compenseren.

De Europese Richtlijnen schrijven voor dat Nederland regelmatig rapporteert aan de Europese Commissie over de staat van instandhouding van de beschermde diersoorten en habitattypen en de toepassing en effectiviteit van de compensatiemaatregelen. Het belang van de effectiviteit van de compenserende maatregelen mag duidelijk zijn: zonder effectieve maatregelen is er onvoldoende compensatie en wordt niet aan de wetgeving, in dit geval de compensatieverplichting, voldaan. De effecten van de maatregelen moeten daarom gemonitord worden. Daarnaast is een beoordelingskader nodig om te kunnen inschatten of maatregelen voldoende effectief zijn of dat bijstelling noodzakelijk is.

Doel van de effectmeting is antwoord krijgen op de vraag of er tijdig en in voldoende mate is gecompenseerd. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt tussen het vaststellen van het effect op de te compenseren natuurwaarden in het Zeereservaat, en het vaststellen van de effectiviteit van de handhaving. Uit juridisch oogpunt wordt zeer veel waarde gehecht aan het meten van de handhaving van de maatregelen. De reden is dat meten van effecten op natuurwaarden gebaseerd is op voorspellingen van effecten. Voorspellen van effecten gaat per definitie gepaard met onzekerheden, immers de toekomst is altijd onzeker. Wel geldt de verplichting gebruik te maken van 'best beschikbare' (state of the art) kennis over effecten als gevolg van de aanleg van de Tweede Maasvlakte en effecten van

natuurcompensatiemaatregelen om zo het beste maatregelenpakket vast te stellen. Ook geldt de verplichting dat, tot het moment van evaluatie en eventuele bijstelling, de maatregelen gehandhaafd (dienen te) worden. Als dit niet gebeurt, is dit juridisch verwijtbaar. Het is niet juridisch verwijtbaar als men op het moment van evaluatie tot de conclusie komt, dat de werkelijkheid zich anders gedraagt dan verwacht. Het is dan wel weer juridisch verplicht om op basis van het evaluatie-resultaat de genomen maatregelen bij te stellen of te veranderen, te handhaven en eventueel ook het monitoringsplan bij te stellen.

Naast het vaststellen en evalueren van het effect van de natuurcompensatie moet ook het effect van het aanleggen van de Tweede Maasvlakte worden gemonitord. Hiervoor is primair het Havenbedrijf Rotterdam verantwoordelijk. Omdat er vele raakvlakken zijn met de meting van de natuurcompensatie is samenwerking op het vlak van effectmonitoring gewenst.

De Europese Commissie is niet de enige die erin geïnteresseerd is of de compensatiemaatregelen voldoende zijn. Ook belanghebbenden die invloed ondervinden van de compensatiemaatregelen, zoals vissers en recreanten, zullen de resultaten van het monitoringsplan en de toetsing nauwgezet volgen. Voor hen kan het immers betekenen dat er een wijziging in de situatie kan optreden: bij onvoldoende compensatie zullen er meer maatregelen komen waarvan zij invloed ondervinden, bij teveel compensatie kunnen tot dan toe verboden vormen van gebruik misschien weer worden toegestaan.

Afbakening en link met het Beheerplan Voordelta

Vanuit het Beheerplan Voordelta (RWS, 2007) moet ook een monitoringsplan worden opgesteld (het initiatief ligt bij het bevoegd gezag, het ministerie van Verkeer en Waterstaat). Echter, dit monitoringsplan heeft een iets ander karakter dan de effectmonitoring die uitgevoerd wordt ten behoeve van het Zeereservaat. De monitoring die nodig is voor het Zeereservaat is veel specifiek en heeft een kortere looptijd. Het richt zich alleen op





Strandrecreatie © CSO Bunnik

die habitats en soorten waarop effecten verwacht worden en waarvoor een compensatieverplichting geldt. Voor de overige beschermde soorten en habitats zijn geen significante effecten geconstateerd, daarom kan voor die soorten en habitats worden volstaan met een monitoring van meer algemene aard vanuit het Beheerplan Voordelta. Op het moment dat is vastgesteld dat de compensatie werkt, is specifieke effectmonitoring niet meer nodig en kan de monitoring worden opgenomen in de lange termijn monitoring van het beheersplan.

Dit hoofdstuk richt zich alleen op effecten binnen de grenzen van het Zeereservaat. Zo valt bijvoorbeeld de ontgrondingskuil buiten de scope van deze rapportage, dit betekent echter niet, dat hier geen effectmetingen voor uitgevoerd dienen te worden.

Afbakening en link met de Kaderrichtlijn Water

Vanuit de Kaderrichtlijn Water (KRW) wordt er ook gemonitord. Voor dit rapport zijn alleen die parameters interessant die informatie geven over de natuurwaarden. Bij die parameters moet onderzocht

worden of de monitoring van de KRW voldoende is (KRW monitoring zal zeer algemeen van aard zijn) en of, en waarmee, de monitoring eventueel moet worden aangevuld.

13.2 Monitoringsprogramma

13.2.1 Monitoringsparameters

De basis voor de compensatieopgave ligt in de instandhoudingsdoelen van Natura 2000-gebied de Voordelta en omringende Natura 2000-gebieden zoals de Grevelingen en het Haringvliet (externe werking). In deze rapportage wordt er van uitgegaan dat de instandhoudingsdoelen voor habitat-type 1110 en de vogelsoorten Grote Stern, Zwarte Zee-eend en Visdief significante effecten ondervinden als gevolg van de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Ter compensatie zijn maatregelen beschreven, waardoor de instandhoudingsdoelen ondanks





de aanleg van Tweede Maasvlakte toch haalbaar zijn. De monitoring heeft tot doel het effect van de maatregelen te beoordelen. Bij de monitoring kunnen primaire en secundaire parameters worden onderscheiden. Als aanvulling kan ook onderzoeksmonitoring plaatsvinden.

Primaire parameters

De primaire parameters van de monitoring zijn de parameters zoals deze in de instandhoudingsdoelstellingen zijn verwoord. Op de nationale staat van instandhouding van deze parameters beoordeelt de EU Nederland. Voor de Visdief en de Grote Stern heeft het regionaal instandhoudingsdoel betrekking op het behoud van het aantal broedparen in de gehele Delta, voor de Zwarte Zee-eend worden eisen gesteld aan de omvang en kwaliteit van het leefmilieu. Het instandhoudingsdoel voor habitat-type 1110 heeft betrekking op het behoud van het oppervlak en de kwaliteit. Als het maatregelenpakket de aanleg van de Tweede Maasvlakte voldoende compenseert, wordt het halen van de instandhoudingsdoelen niet beïnvloed door de aanleg van de Tweede Maasvlakte.

Als er afwijkingen zijn ten opzichte van een instandhoudingsdoel kan dit meerdere oorzaken hebben: of de compensatiemaatregelen voldoen niet (te veel of te weinig gecompenseerd), of de maatregelen voldoen wel en de 'afwijking' heeft een andere oorzaak. Bij deze laatste optie kan bijvoorbeeld gedacht worden aan de invloed van het weer op het voorkomen van vogels of de biomassa van bodemdieren. Om een en ander te kunnen beoordelen moeten ook secundaire parameters worden gemeten.

Secundaire parameters

Om inzicht te krijgen in de mogelijke oorzaak van het niet halen van de instandhoudingsdoelen moeten aanvullende, verklarende parameters worden gemeten. Deze aanvullende parameters zijn onder te verdelen in de volgende groepen:

Referentieparameters

Referentieparameters zijn metingen van dezelfde parameter als de primaire parameters, maar op

(een) grotere schaal of in een ander gebied, het referentiegebied. Doel is de fluctuaties op grotere schaal (trends in de hele Delta of zelfs heel Nederland of Europa) te onderkennen: als een afwijking van het instandhoudingsdoel overeenkomt met afwijking in een andere regio is de afwijking vermoedelijk niet het gevolg van onvoldoende compenserende maatregelen.

Effectparameters

Effectparameters zijn die parameters waar maatregelen direct effect op hebben, die dus direct zijn gelinkt aan de maatregel. Deze moeten gemeten worden om een direct effect van de maatregelen in beeld te brengen. In sommige gevallen zal de primaire parameter tevens de effectparameter zijn.

Secundaire ecologische parameters

Als een primaire parameter zich niet zo ontwikkelt als verwacht, moet daarvoor een verklaring worden gevonden. Eén van de mogelijke verklaringen voor een dergelijke ontwikkeling ligt in de voedselketen 'onder' het instandhoudingsdoel. Daarom is het van belang deze secundaire ecologische parameters te monitoren.

Abiotische parameters

Wat voor de secundaire ecologische parameters geldt, geldt ook voor de onderliggende abiotische parameters. Abiotische randvoorwaarden zoals bijvoorbeeld (water)temperatuur, doorzicht en/of weersomstandigheden moeten bekend zijn, wanneer naar oorzaken van het niet halen van de compensatie moet worden gezocht.

Gebruikparameters

Ook met het in kaart brengen van het gebruik van het gebied kunnen verklaringen worden gevonden voor de ontwikkeling van een primaire parameter die niet volgens verwachting verloopt. Als een maatregel niet goed is gehandhaafd, en verstoring in het gebied optreedt, kan dit zijn weerslag hebben op de primaire parameter, en daarmee op het eventueel niet halen van de compensatie.



Onderzoeksmonitoring

Als in de primaire parameters veranderingen worden waargenomen die niet met behulp van de aanvullende monitoring te verklaren zijn, kan de oorzaak worden gezocht met specifiek onderzoek. Wat er precies onder onderzoeksmonitoring wordt verstaan, zal afhangen van de waargenomen afwijking en zal dus per situatie verschillen.

13.2.2 Voorbeeld: monitoring effecten compenserende maatregelen op de grote Stern

Compensatieopgave Grote Stern en compenserende maatregelen

Het instandhoudingsdoel van de Grote Stern heeft betrekking op het aantal broedparen in de Delta. Als gevolg van de aanleg van de Tweede Maasvlakte verdwijnt een bepaald oppervlakte aan foerageergebied bij de broedkolonies in de noordelijke Delta. Om voedsel te verkrijgen moeten de Grote Sterns een langere afstand vliegen tussen de broedkolonies en het foerageergebied. Hierdoor worden de huidige broedkolonies mogelijk minder

geschikt en kan het aantal broedparen in de Delta teruglopen. Het effect van verlies aan foerageergebied wordt als significant beschouwd en dient gecompenseerd te worden.

Ten einde een potentiële afname van broedparen te voorkomen worden de volgende maatregelen voorgesteld (zie ook hoofdstuk 12):

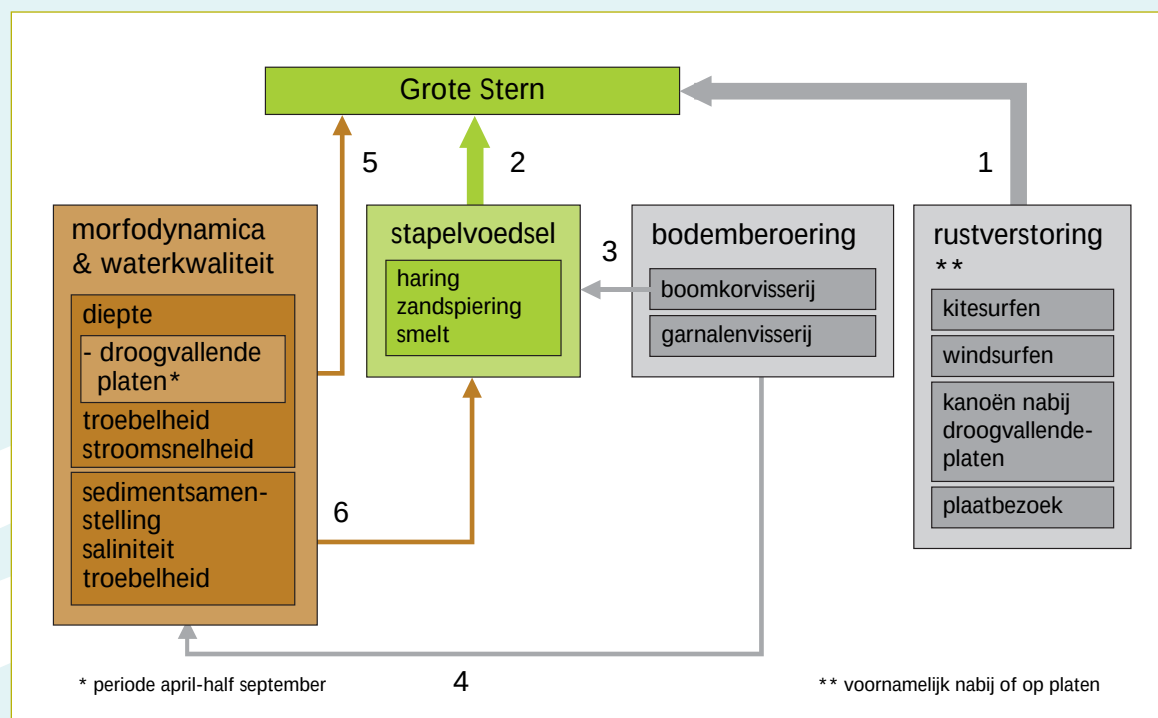
- invoeren visserijbeperkende maatregelen om de voedselvoorziening in het Zeereservaat te verhogen;
- instellen rustgebieden om volwassen Grote Sterns en vliegvlugge juvenielen bij laag water de mogelijkheid te geven om te rusten.

Effectschema

In hoofdstuk 11 is het effectschema voor de Grote Stern gepresenteerd, dat ten grondslag ligt aan het maatregelenpakket voor de Grote Stern en daarmee ook aan de monitoring (figuur 13.1)

Monitoringsplan Grote Stern

Het monitoringsplan is opgebouwd op basis van de indeling van de parameters in primair, secundair en onderzoeksparameters (zie paragraaf 13.2).



figuur 13.1 Effectschema Grote Stern



Primaire parameter

Het instandhoudingsdoel voor de Grote Stern is het aantal broedparen in de Delta. De aanleg van de Tweede Maasvlakte heeft vermoedelijk een significant effect op de broedkolonies in de noordelijke Delta: het Haringvliet en de Grevelingen. Niet alleen een verandering in het aantal broedparen, maar ook een verschuiving van de kolonie naar een locatie dicht bij de Voordelta kan een indicatie zijn voor voedselgebrek als gevolg van de aanleg van de Tweede Maasvlakte.

Secundaire parameters

Om inzicht te krijgen in de mogelijke oorzaak van afwijkingen van de instandhoudingsdoelen dienen tevens aanvullende, verklarende parameters te worden gemeten.

Referentieparameters

Zoals gezegd heeft het instandhoudingsdoel voor de Grote Stern betrekking op het aantal broedparen in de Delta. Om inzicht te krijgen in landelijke fluctuaties van broedpaaraantallen moeten ook broedparen in een referentiegebied worden geteld. De Waddenzee is hiervoor een geschikt gebied. Indien zowel in de Delta als bij de Waddenzee een afname aan broedparen wordt waargenomen, lijkt het aannemelijk dat de afname een oorzaak heeft die los staat van de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Het aantal broedparen in de Waddenzee is als referentieparameter opgenomen.

Effectparameters

Voor de Grote Stern worden twee typen maatregelen getroffen: visserijbeperkende maatregelen ter bevordering van de voedselvoorziening en het instellen van rustgebieden. De parameters die direct door de maatregelen beïnvloed worden, zijn het aantal foeragerende Grote Sterns in het Zeereservaat en het aantal rustende Grote Sterns (juvenielen en adulten) in de rustgebieden tijdens het broedseizoen. Voor deze laatste parameter is geen nulmeting uitgevoerd. Voor het monitoren van het bevorderen van de voedselvoorziening wordt het aantal foeragerende Grote Sterns in de Voordelta geteld. Monitoring van het effect van de instelling

van rustgebieden gebeurt door het tellen van Grote Sterns (adulten en juvenielen) op droogvallende platen in het rustgebied.

Secundaire ecologische parameters

In de afgelopen jaren veranderde de verspreiding van de broedparen Grote Sterns in de Delta. Het aantal broedparen in het zuiden (Westerschelde) is toegenomen terwijl het aantal broedparen in het noorden van de Delta is afgenomen. De oorzaak van deze verschuiving is niet bekend. Een toekomstige afname van het aantal broedparen in de noordelijke Delta kan dus een reden hebben die los staat van de aanleg van de Tweede Maasvlakte, maar kan mogelijk ook een indicatie zijn voor effect van de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Deze verschuiving hoeft geen probleem op te leveren, omdat het om het totaal aantal broedparen in de Delta gaat. Om risico te spreiden zal er wel naar gestreefd worden minimaal twee broedlocaties in de Delta in stand te houden. Dit wordt gezien als een secundaire ecologische parameter.

De Grote Stern foerageert in de Voordelta op Haring, zandspiering en Smelt (effectrelatie 2). Door beperking in het Zeereservaat van de garnalenvisserij, waarin deze soorten bijvangst zijn, zal de voedselsituatie voor de visetende Grote Stern binnen het Zeereservaat vermoedelijk verbeteren. De aanwezigheid van vis zegt niet direct iets over de beschikbaarheid van voedsel voor vogels, maar kan wel helpen bij het verklaren van eventuele veranderingen bij de Grote Stern. Dit betekent dat het voorkomen van Zandspiering en Smelt moet worden gemonitord. Het is hier wel de vraag of het mogelijk is veranderingen in de haring-, zandspiering- en smeltstand te meten.

Abiotische parameters

Het succes van een broedkolonie is zowel afhankelijk van biotische factoren als van verschillende abiotische randvoorwaarden (effectrelatie 5). Zo jagen Grote Sterns op zicht, dus is het doorzicht, en daarmee de troebelheid van het water van belang voor het vangstresultaat. De aanwezigheid van voldoende areaal rustig plaatoppervlak wordt niet



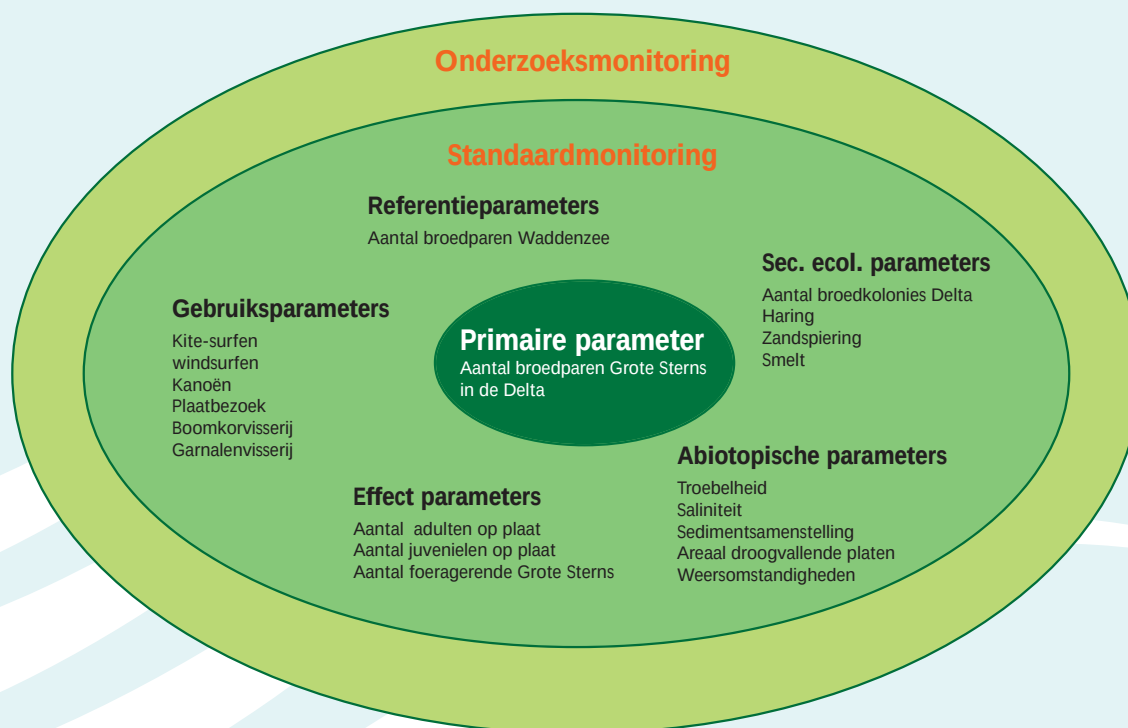
alleen beïnvloed door de aanwezigheid van verstoringbronnen. Er kunnen ook fysische veranderingen optreden waardoor het areaal droogvallende platen afneemt. Abiotische parameters beïnvloeden ook de prooien van de Grote Stern (effectrelatie 6): sedimentsamenstelling, saliniteit en troebelheid spelen een rol. De weersomstandigheden op het moment van monitoring kunnen een grote invloed hebben op de monitoringsresultaten. De volgende parameters moeten gemonitord worden: areaal droogvallende plaat, troebelheid, stroomsnelheid, saliniteit, sedimentsamenstelling en weersomstandigheden.

Gebruiksparementers

Als een droogvallende plaat wordt afgesloten voor gebruik om de Grote Stern rust te bieden, moet deze maatregel gehandhaafd worden. Dit kan door het monitoren van het gebruik in en rond het rustgebied. Belangrijkste versturende gebruiksfuncties

zijn kitesurfen, windsurfen, kanoën bij de droogvallende platen en plaatbezoek. Daarnaast geeft bodemberoerende visserij verstoring. Bodemberoerende visserij kan ook een indirect effect op de Grote Stern hebben, omdat bij deze visserij het voedsel van de stern bijvangst is. Dit effect richt zich op een groter gebied dan alleen de rustgebieden.

Figuur 13.2 geeft een overzicht van de opbouw van het monitoringsplan voor de Grote Stern. De kern van de monitoring bestaat uit de primaire doelparementer. Aanvullend worden de co-parementers, het directe effect van de maatregelen en de abiotiek gemonitord. Als laatste schil wordt, indien noodzakelijk, onderzoeksmonitoring toegepast. Uit deze figuur zijn de te meten parementers af te leiden en verder uit te werken. Dit gebeurt in het Programma van eisen van de effectmonitoring (RWS in prep.)



figuur 13.2 Overzicht monitoring Grote Stern



13.3 Toetsing en evaluatie

13.3.1 Wanneer zijn toetsing en evaluatie verplicht?

De eerste belangrijke vraag die beantwoord moet worden, is wanneer de eerste toetsing moet plaatsvinden. Vanuit de Europese Richtlijnen is er een verplichting om elke zes jaar te evalueren en te rapporteren aan de EU. Deze rapportage moet informatie bevatten over de staat van instandhouding van de beschermde soorten en habitats in een Natura 2000-gebied en de effectiviteit van de maatregelen die genomen zijn in het kader van het beheerplan. Over de rapportage en de evaluatie van de effectiviteit van de maatregelen in het kader van compensatieprojecten wordt niets gezegd in de Richtlijnen. Er wordt aanbevolen om voor de rapportage en evaluatie van het Zeereservaat zoveel mogelijk aan te sluiten bij de beheerplancyclus van zes jaar.

Een volgende belangrijke vraag is wanneer toetsing met mogelijkheid tot bijstelling zinvol is. Dit moment kan worden beredeneerd vanuit de ecologie en de verwachtingen over effecten van de maatregelen. Om het juiste moment te kunnen bepalen is kennis nodig over het ecologisch functioneren van een soort en/of habitat, de onderbouwing van de gekozen maatregelen, de verwachtingen van de effecten van maatregelen en de verwachte tijdschaal waarop effecten mogelijk zichtbaar zijn. De maatschappelijke druk voor inzicht in het effect van de maatregelen en een eventuele bijsturing van het maatregelenpakket is groot. Het toetsen van de monitoringsresultaten heeft echter pas zin wanneer eventuele effecten als gevolg van de maatregelen daadwerkelijk de kans hebben gekregen op te treden en/of om zichtbaar te zijn in de (verzameling van) monitoringsgegevens. Er wordt aanbevolen om de monitoringsgegevens ieder jaar te analyseren en te rapporteren in zogenaamde voortgangsrapportages. Het doel van deze voortgangsrapportages is, om opvallende ontwikkelingen in een vroeg stadium te constateren

en eventueel het monitoringsplan bij te stellen (zie ook paragraaf 13.4). De informatie die nodig is om dit te kunnen bepalen, is terug te vinden in de voorgaande hoofdstukken.

13.3.2 Analysemethodieken voor toetsing

De bruikbaarheid van de toetsing is mede afhankelijk van hoe er getoetst wordt (analysemethodiek) en welke parameters/monitoringsgegevens er worden gebruikt.

De volgende drie methodieken worden voorgesteld als analysemethodiek:

1. statistische methodiek. Als het mogelijk is, heeft een kwantitatieve/statistische methodiek de voorkeur. De uitspraak over het te verwachte effect is dan ook kwantitatief. Bijvoorbeeld: verbetering biomassa bodemdieren met 10%, daar bij hoort dan een zekere tijdschaal.
2. marges: een semikwalitatieve methodiek, waarbij gebruik gemaakt wordt van toename van bepaalde, vooraf afgesproken marges, waarbinnen het resultaat van een bepaalde beoordeling ligt. Bijvoorbeeld een afname van het aantal broedparen met 5-20%, daarbij hoort dan een zekere tijdschaal.
3. kwalitatieve methodiek. Dit wil zeggen dat monitoringsresultaten kwalitatief worden geïnterpreteerd op basis van systeembegrip en eventuele waarnemingen bij andere parameters. De uitspraak over effect van de maatregelen is dan ook kwalitatief. Bijvoorbeeld een verbetering van de biomassa bodemdieren, daarbij hoort dan een zekere tijdschaal.

De analysemogelijkheden verschillen per parameter en zijn afhankelijk van waar het opgestelde monitoringsplan zich toe leent. Waar het programma zich toe leent bepaalt de nulmeting in grote mate. De Europese richtlijnen dwingen tot het aantonen dat de compensatieopgave gehaald wordt. Het is dus belangrijk ervoor te waken dat de compensatieopgave niet met een schijnnaauwkeurigheid wordt vastgesteld en dat het behalen van de opgave





aangetoond kan worden met behulp van de meetgegevens in het monitoringsplan.

Statistiek

De eerste methodiek, een toetsing waarbij statistisch kan worden aangetoond dat het verwachte effect wel of niet is opgetreden, zal slechts voor een beperkt aantal parameters te gebruiken zijn. De kans dat iets statistisch aantoonbaar is, is gekoppeld aan vele factoren, zoals nauwkeurigheid van de meetgegevens, natuurlijke variabiliteit, tijdschaal waarover effecten verwacht worden, nauwkeurigheid en representativiteit van de referentiesituatie. In veel gevallen is op voorhand al duidelijk, dat meetgegevens zich niet lenen voor een statistische toetsing. Indien mogelijk moet de toetsing statistisch plaatsvinden, omdat deze methode van toetsing harde waarden oplevert waar geen discussie over kan ontstaan. Een belangrijke vorm van statistische toetsing is Early Warning.

Early Warning

De bruikbaarheid en interpretatie van monitoringsresultaten is in grote mate afhankelijk van de dataverwerking en -analyse. Door de resultaten van meerdere jaren achter elkaar te zetten is het mogelijk eventuele trends en/of afwijkingen van trends waar te nemen. Veel biologische parameters, zoals bijvoorbeeld broedsucces of bodemdierdichtheid, kennen van nature een grote fluctuatie. Het afleiden van een trend is daarom lastig en vereist een lange dataset. Een verandering in de trend wordt veelal pas opgemerkt, als de resultaten van meerdere jaren na elkaar een afwijking in dezelfde richting laten zien. Het is in dergelijke gevallen daarom pas mogelijk beheer of beleid aan te passen als de verandering ten opzichte van de trend al wat langer geleden is ingezet.

In de afgelopen jaren is een analysemethode ontwikkeld die het mogelijk maakt om op basis van monitoringsinformatie signalen als 'afwijkend' vast te stellen: Early Warning (Visser, 2004). Deze methodiek is niet gebaseerd op trends in het absolute waargenomen aantal, maar op de bandbreedte van de natuurlijke schommelingen van een parameter. Wanneer een nieuwe waarneming buiten

deze bandbreedte valt, is de kans groot dat er een afwijking van de trend plaatsvindt.

Met deze methodiek is het mogelijk al bij het eerste afwijkende monitoringsresultaat een verandering in de trend op te merken. Dit maakt de tijdsduur waarop eventueel met aanpassingen in beheer gereageerd kan worden aanzienlijk korter. Ook bij deze analysemethodiek geldt: hoe minder natuurlijke schommelingen, hoe nauwkeuriger de voorspellende waarden. De voorspelling wordt nauwkeuriger naarmate de datareeks langer is. Het programma heeft minimaal 20 waarden aan input nodig om de berekeningen uit te kunnen voeren. Het doel van monitoring in de Voordelta in het kader van de compensatiemaatregelen is om zo snel mogelijk vat te krijgen op het effect van de maatregelen op de instandhoudingsdoelen voor de Visdief, de Grote Stern, de Zwarte Zee-eend en habitatype 1110. Early warning is hiervoor dus een uitermate geschikte methodiek, waardoor relatief snel kan worden ingegrepen als de maatregelen niet aan de verwachtingen voldoen.

Voorbeeld Grote Stern Early Warning

Ter illustratie van de bovenstaande monitoringsopzet is de opzet voor monitoring van de effecten van compensatiemaatregelen voor de Grote Stern uitgewerkt. De complete uitwerking van het monitoringsplan voor de effecten van compensatiemaatregelen wordt gedaan in het programma van eisen voor de effectmeting. De in dit rapport geformuleerde definities en hypothesen zullen hierbij als uitgangspunt dienen.

Early Warning wordt toegepast voor de primaire parameter Grote Stern, het aantal broedparen in de noordelijke Delta. Het aantal broedparen Grote Sterns in de Delta wordt al lange tijd gemonitord. De natuurlijke fluctuatie van het aantal broedparen is beperkt. Deze parameter is dan ook uitermate geschikt voor analyse met de Early Warning methodiek. Een eventuele afwijking van de trend kan met deze methodiek vermoedelijk op een termijn van één of twee jaar worden waargenomen. Voor de Grote Stern worden twee typen maatregelen getroffen: visserijbeperkende maatregelen





ter bevordering van de voedselvoorziening en het instellen van rustgebieden. De parameters die direct door de maatregelen beïnvloed worden zijn het aantal foeragerende Grote Sterns in het Zeereservaat en het aantal rustende Grote Sterns (juvenielen & adulten) in de rustgebieden. Beide parameters zijn slechts beperkt in de nulmeting meegenomen. Historische data zijn nagenoeg afwezig. De analyse van deze monitoring is daarom momenteel nog niet geschikt voor de Early Warning methodiek.

Kwantitatief met marges

Wanneer een statistische aanpak niet mogelijk is, heeft toetsing met behulp van marges de voorkeur. Vooraf wordt voor een parameter afgesproken welke onder- en bovengrens (marge) acceptabel is en binnen welke tijdsduur de parameter aan deze marge moet voldoen. Voor parameters met een hoge natuurlijke fluctuatie is deze methodiek ongeschikt. Zo kan de dichtheid van bodemdieren op een locatie jaarlijks variëren van 0 tot enkele duizenden individuen per vierkante meter en is de methode met gebruik van marges dus ongeschikt.

Kwalitatieve methodiek

In principe wordt alleen voor de kwalitatieve methodiek gekozen als er geen andere keuze is. Dat wil zeggen:

- als de (intensiviteit van de) meting zelf teveel schade zou opleveren aan de te beschermen soorten en habitats;
- als er niet beter gemeten kan worden, omdat het simpelweg niet mogelijk is;
- als de kosten van de meting niet in verhouding staan tot wat het oplevert (waar de grens van de investering ligt, moet van tevoren vastgesteld worden).

Bij de parameters waarvan op voorhand al duidelijk is dat ze volgens de kwalitatieve methodiek beoordeeld zullen worden, kan het zijn dat meer parameters in het standaard monitoringsplan gemeten moeten worden om met voldoende overtuiging/ zekerheid te kunnen aantonen dat de vastgestelde verbetering inderdaad is opgetreden.

13.3.3 Parameters voor de toetsing

De primaire parameters en de effectparameters vormen de basis voor de toetsing. Dit zijn immers de parameters waarvan het effect van de maatregelen het meest direct is af te lezen.

Voor de Grote Stern geldt dat de beoordeling gebaseerd wordt op de volgende parameters:

- aantal broedparen Grote Sterns in het noorden van het Deltagebied;
- aantal volwassen Grote Sterns dat gebruik maakt van de Hinderplaat en de Bollen van de Ooster waar rust is ingesteld (uitgedrukt in vogeldagen);
- aantal juveniele Grote Sterns dat gebruik maakt van de Hinderplaat en de Bollen van de Ooster waar rust is ingesteld (uitgedrukt in vogeldagen);
- aantal foeragerende Grote Sterns in het Zeereservaat;
- is er goed gehandhaafd? (gebruiksfuncties/handhavingstoetsing).

Om antwoord te kunnen geven op de vraag of er voor Grote Sterns te veel of te weinig gecompenseerd is (ecologische toetsing), waar dat aan ligt en om met de antwoorden daarop de maatregelen te kunnen bijstellen, is meer gedetailleerde informatie nodig over:

- de grootte van de te compenseren effecten (hoe groot zijn die precies en hoe groot t.o.v. de natuurlijke variabiliteit);
- de verwachtingen van de grootte van de effecten van compensatiemaatregelen (dit is tevens de onderbouwing van de intensiteit van de maatregelen) en
- de tijdschaal waarop deze effecten verwacht worden.

Op basis van bestudering van de mogelijkheden tot statistische toetsing moet bij de Grote Stern bepaald worden of beoordeling volgens de statistische methodiek of de methodiek gebaseerd op marges mogelijk is. Zo niet, dan dient bekeken te worden welke parameter(s) extra gemeten zouden moeten worden om de verwachte verbetering aannemelijk te maken. Dan zou, naast 'mate van



rustverstoring door plaatbezoek, kanoën, kitesurfen en windsurfen', bijvoorbeeld 'boetes' gemeten kunnen worden.

13.4 Risicobeheersing, scenario's voor de toekomst

Om een adequaat monitoringsprogramma op te stellen is het verstandig om alvast na te denken over welke situaties in de toekomst kunnen gaan optreden. Er zijn dan heel wat waarschijnlijke en veel minder waarschijnlijke scenario's mogelijk. Het uitgangspunt dat het effect als gevolg van aanleg van de Tweede Maasvlakte verloopt zoals verwacht, beperkt de mogelijke scenario's tot de meer waarschijnlijke. Dit is ook het uitgangspunt voor de compensatieopgave. De Europese Richtlijnen verplichten om een zo goed mogelijke inschatting te maken van het effect van de aanleg van Tweede Maasvlakte (compensatieopgave) en vervolgens een zo goed mogelijk daarop afgestemd maatregelenpakket op te stellen en dat ook te handhaven. De monitoring wordt uitgevoerd om de efficiëntie van het maatregelenpakket te bekijken. Er zijn voor het maatregelenpakket drie scenario's mogelijk: (1) het maatregelenpakket voldoet, (2) het maatregelenpakket heeft een hoger effect dan noodzakelijk of (3) het maatregelenpakket heeft een lager effect dan noodzakelijk. Indien het maatregelenpakket niet aan de verwachting voldoet, kan besloten worden het maatregelenpakket en/of het moni-

toringsplan aan te passen. Tabel 13.1 geeft een overzicht van de mogelijke effectscenario's met de bijbehorende actie. Bijlage 16.6 geeft aanvullende een opsomming van alternatieve scenario's.

Mogelijke effectscenario's nader beschouwd

Scenario 1 is het scenario waarbij alles verloopt zoals van tevoren is ingeschat. Bijstelling van de maatregelen is in dit geval niet nodig. Scenario 2 en 3 zijn scenario's waarbij de handhaving van de maatregelen goed verloopt, maar waarbij het effect van de compenserende maatregelen anders verloopt dan vooraf gedacht. Scenario 2, waarbij het effect hoger is dan noodzakelijk, is vanuit juridisch oogpunt geen probleem. Belanghebbenden zullen echter druk gaan uitoefenen om de maatregelen te verminderen. Zij hebben immers baat bij uitbreiding van gebruiksfuncties in het gebied. Scenario 3 is vanuit juridisch oogpunt een probleem. Indien het effect van de maatregelen niet aan de verwachting voldoet, zullen de maatregelen verzwakt moeten worden.

Er wordt aanbevolen om ieder jaar op basis van de monitoringsgegevens in te schatten welk scenario het meest waarschijnlijk is. De Early Warning-analyse methodiek is hier het meest geschikt voor. De resultaten worden beschreven in een voortgangsrapportage en aan de hand hiervan kan worden besloten of actie moet worden ondernomen.

Op basis van de bovenstaande scenario's wordt voor iedere compensatieopgave (broedparen

Tabel 13.1: Effectscenario's met bijbehorende actie.

Effect aanleg Tweede Maasvlakte	Effect compenserende maatregelen	Actie nodig na voortgangsrapportage
1) zoals verwacht	zoals verwacht	niets doen
2) zoals verwacht	verkeerd ingeschat: effect hoger dan noodzakelijk	herbezinning, bijstelling monitoringsprogramma en na toetsing/evaluatie wellicht minder maatregelen
3) zoals verwacht	verkeerd ingeschat: effect lager dan noodzakelijk	herbezinning, bijstelling monitoringsprogramma en na toetsing/evaluatie wellicht meer maatregelen
4) zoals verwacht	niet meetbaar	aanpassen effectmetingsprogramma

Visdief en Grote Stern, voedselvoorziening Zwarte Zee-eend en kwaliteit habitatype 1110) een actieschema opgesteld. In dit actieschema wordt uitgewerkt welke actie wordt ondernomen bij een bepaalde waarneming. In het actieschema wordt het type actie vastgelegd, bijvoorbeeld, bij onvoldoende kwaliteitverbetering habitatype 1110 worden aanvullende maatregelen met betrekking tot bodemberoerende activiteiten geformuleerd. Daarnaast wordt ook vastgesteld bij welke kwantitatieve grens iets wel of niet voldoende wordt bevonden. Die grens bepaalt bijvoorbeeld of een afname van twee broedparen van het Visdiefje in zes jaar tijd aanleiding is om het maatregelenpakket aan te passen.

Als onderdeel van het monitoringsprogramma wordt een actieschema opgesteld. In dit actieschema wordt aangegeven welke acties worden genomen bij een bepaald monitoringsresultaat. Het actieschema geeft zodoende uitsluitsel over het al dan niet aanpassen van het monitoringsprogramma of van de compenserende maatregelen. Het kan ook aangeven welk type onderzoeksmonitoring gewenst is, alvorens uitspraken te doen over eventuele wijzigingen. Zie voor een verdere uitwerking van het actieschema paragraaf 13.3.

Voorbeeld: actieschema Grote Stern

In het onderstaande schema (figuur 13.3) wordt als voorbeeld een vereenvoudigd overzicht gegeven van een actieschema voor de Grote Stern, in het geval van een toename van het aantal broedparen.

De vraag of er sprake is van een afname of toename van het aantal broedparen Grote Sterns moet uiteraard beantwoord zijn, voordat dit schema kan worden opgesteld. Hiervoor is een juiste analyse-techniek nodig, zie paragraaf 13.3.

13.5 Bijstelling van de maatregelen

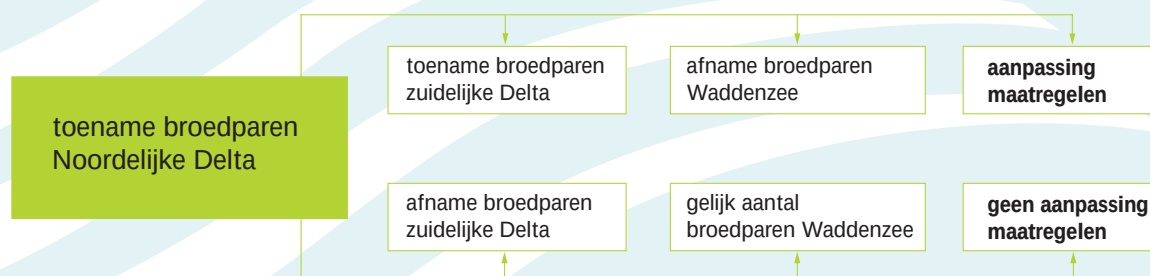
In de voorgaande paragrafen is behandeld welk proces er aanbevolen wordt om te komen tot de beoordeling of maatregelen wel of niet bijgesteld moeten worden. In tabel 13.2 is een korte samenvatting weergegeven.

Momenten van bijstelling maatregelen

Voor ieder te compenseren soort of habitat en de bijbehorende maatregelen dient van tevoren helder te zijn, wanneer een eventuele bijstelling van maatregelen verwacht kan worden. Eventuele bijstelling vindt in ieder geval plaats na afloop van een beheerplanperiode (periodes van 6 jaar). Het moment van bijstelling is mede afhankelijk van de tijdschaal waarop de verwachte effecten zich manifesteren. In het geval van analyse met Early Warning kan het moment van bijstelling eventueel eerder plaatsvinden.

Waaraan gedacht moet worden bij bijstelling

Bijstelling kan leiden tot het toestaan of niet



Figuur 13.3: Actieschema bij toename van het aantal broedparen Grote Sterns in de Noordelijke Delta (Haringvliet en Grevelingen)



Uitzicht vuurtoren Ouddorp © RWS

Tabel 13.2: Samenvatting van de processen om tot beoordeling te komen

Moment	Tijdstip	Type bewerking	Leidt tot:	Bijstelling van:
voortgangs-rapportage	jaarlijks	Early Warning	constatering effect	handhaving en/of monitoringsprogramma
tussenevaluatie	na drie jaar	toetsing en evaluatie: beoordeling meetgegevens	vaststelling effect	maatregelenpakket
evaluatie-rapportage	iedere 6 jaar (iedere beheer-	toetsing/evaluatie: beoordeling meetgegevens	vaststelling effect (juridische status) periode)	maatregelenpakket (en handhaving en/of monitoringsprogramma)

meer toestaan van gebruiksactiviteiten (recreatie, beroepsvisserij). Als het terugdringen van boomkorvisserij niet voldoende winst van de bodemkwaliteit oplevert en uit de onderzoeksmonitoring blijkt, dat beperkingen van garnalenvisserij hier weinig extra aan kunnen bijdragen, kan aan bijstelling van de grenzen van het Zeereservaat worden gedacht.

Uitwerking van bijstelling van maatregelen voor de Grote Stern

Voor de Grote Stern zal het eerste moment waarop

een eventuele bijstelling van maatregelen mogelijk is, na een halve beheerplanperiode (3 jaar) zijn, of op het moment dat Early Warning aangeeft dat het niet goed gaat met de Grote Stern. Door een eventuele uitbreiding van het monitoringsprogramma (na voortgangsrapportages) wordt informatie verzameld, gericht op de vraag hoe er bijgesteld dient te worden.



Haven rotterdam © CSO Bunnik





14 Literatuurlijstlijst

Abt K, 2002. Phänologie und Populationsdynamik des Seehundes (*Phoca vitulina*) im Wattenmeer: Grundlagen zur Messung von Statusparametern. Forschungs- und Technologie-zentrum Westk,ste, Bericht Nr. 24, B, sum.

Alkyon, 2006a. Morfodynamische ontwikkeling Voordelta. Rapport A1698. Alkyon, Marknesse.

Alkyon, 2006b. Kwantitatieve analyse en prognose morfologische ontwikkeling Voordelta. Rapport A1770. Alkyon, Marknesse.

Arcadis, 2002. Inventarisatie gebruiksfuncties Voordelta, i.o.v. Expertisecentrum Project Mainportontwikkeling Rotterdam (PMR), Rapport 110643/CE2/OL7/00227.

Armonies W & Reise K, 1999. On the population development of the introduced razor clam *Ensis americanus* near the island of Sylt (North Sea). Helgol. Meeresunters. 52: 291-300.

Arts FA & Berrevoets CM, 2006. Monitoring van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat 1991-2006 : verspreiding, seizoenspatroon en trend van vijf minder algemene soorten zeevogels. Rapport 2006.018, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.

Arts B & Rijniens J, 1986. De invloeden van verstoringen op de zeehondenpopulatie in de Nederlandse Waddenzee. De broedbiologie van de Gewone Zeehond (*Phoca vitulina*) in gevangenschap. Intern rapport. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Texel.

Asjes J, Craeymeersch J, Escaravage V, Grift RE, Tulp I, Bult T & Villars N, 2004. Strategy of approach for the baseline study Maasvlakte 2, Lot2: benthic fauna and Lot 3: fish and fish larvae. RIVO, IJmuiden.

Azouzi L, Bourget E & Borcard D, 2002. Spatial variation in the intertidal bivalve *Macoma balthica*: biotic variables in relation to density and abiotic factors. Mar. Ecol. Prog. Ser. 234: 159-170.

Bakker K, Cappenberg ThE, Croin Michielsen N, Nienhuis PH, Woldendorp JW & Zijlstra JJ (red.), 1985. Inleiding tot de oecologie, Bohn, Scheltema & Holkema, 565p. Utrecht/Antwerpen.

Bagenal TB, 1979. The Observer's book of Sea Fishes. 2. Frederick Warne, London.

Baltus CAM & Veer van der, 1995. Nursery areas of solenette *Buglossidium luteum* (Risso, 1810) and scaldfish *Arnoglossus laterna* (Walbaum, 1792) in the southern North Sea. Neth. J. Sea Res. 34: 81-88.

Baptist HJM & Meininger PL, 1984. Ornithologische verkenning van de Voordelta van Zuidwest-Nederland, 1975-1983. Rijkswaterstaat Deltadienst hoofdafd. Milieu en Inrichting, Nota DDMI-83.19, Middelburg.

Baptist HJM & Meininger PL, 1996. Vogels van de Voordelta 1975-95. Rapport 96.018, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.

Baptist HJM, Witte RH, Duiven P & Wolf P, 1997. Aantallen eidereenden *Somateria mollissima* in de Nederlandse kustwateren en de Waddenzee in de winters 1993-1997. Limosa 70: 113-118.

Becker PH & Specht R, 1991. Biomass fluctuations and mortality in Common Tern *Sterna hirundo* chicks dependent on weather and tide in the Wadden Sea. Ardea 79: 45-56.





Berghahn R, 1986. Determining abundance, distribution and mortality of 0-group plaice (*Pleuronectes platessa* L.) in the Wadden Sea. J. Appl. Ichth. 2: 11-22.

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

Berkenbosch RJ, Meulepas JM, Brouwer L, van Ledden M, Heins FE, Vertegaal CTM, van Zanten M & de Mars H, 2007. Mer Aanleg Maasvlakte 2. Rapport 9R7008.A1/R011/MVZ/IBA/Rott1.

*Berrevoets CM, Strucker RCW, Meininger PL, Arts FA & Lilipaly S, 2005. Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2003/2004. Inclusief de tellingen in 2002/2003. Rapport RIKZ/2005.011. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.

Beukema JJ, 1992. Dynamics of a juvenile shrimp *Crangon crangon* in a tidalflat nursery of the Wadden Sea after mild and cold winters. Mar. Ecol. Prog. Ser. 83:157-165.

Beukema JJ 1993. Increased mortality in alternative bivalve prey during a period when the tidal flats of the Dutch Wadden Sea were devoid of mussels. Neth. J. Sea Res. 31: 395-406.

Beukema JJ & Dekker R, 1995. Dynamics and growth of a recent invader into European coastal water: the American razor clam, *Ensis directus*. J. Mar. Biol. Assoc. UK 75: 351-362.

Bijkerk R, 1988. Ontsnappen of begraven blijven: de effecten op bodemdieren van een verhoogde sedimentatie als gevolg van baggerwerkzaamheden. R.D.D. Aquatic Ecosystems, Groningen.

Bijlsma RG, Hustings F & Camphuysen CJ, 2001. Algemene en schaarse broedvogels van Nederland (Avifauna van Nederland 2). GMB Uitgeverij / KNNV Uitgeverij, Haarlem / Utrecht.

Binnendijk E, 2006. Dieet van 11 demersale vissoorten in de Nederlandse Voordelta. IMARES, IJmuiden.

Birdlife International, 2004. Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. Birdlife Conservation series No. 12 Birdlife International, Cambridge, UK.

Blanchard GF, Sauriau PG, Cariou-Le Gall V, Gouleau V, Garet MJ & Olivier F, 1997. Kinetics of tidal resuspension of microbiota: testing the effects of sediment cohesiveness and bioturbation using flume experiments. Mar. Ecol. Prog. Ser. 151: 17-25.

Boecker M, 1967. Vergleichende Untersuchungen zur Nahrungs- und Nistökologie der Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo* L.) und der Kustenseeschwalbe (*Sterna paradisaea* Pont.). Bonn. zool. Beitr. " 18: 15-126.

Bok de C, 2002. Long-term Morphology of the Eastern Scheldt. Werkdocument RIKZ-2002.108x, Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Den Haag.





Bolle LJ, Dickey-Collas M, Erftemeijer PLA, Beek van JKL, Jansen HM, Asjes J, Rijnsdorp van AD & Los HJ, 2005. Impacts of Maasvlakte 2 on the Wadden Sea and North Sea coastal zone Track 1: Detailed modelling research Part IV: Fish Larvae Baseline study MEP Maasvlakte 2 Lot 3b: Fish Larvae. Report Number: C072/05. RIVO, IJmuiden.

Borga K, Fisk AT, Hoekstra PF & Muir DCG, 2004. Biological and chemical factors of importance in the bioaccumulation and trophic transfer of persistent organochlorine contaminants in arctic marine food webs. Environ. Toxicol. Chem. 23: 2367-2385.

Borodulina TL, 1960. Biology and economic importance of gulls and terns of southern-USSR water bodies. Akad. Nauk SSR. Trudy Inst. Morf. Zhiv. 32: 1-132.

Borst M, 1999. Broedval van het nonnetje: een model. Afstudeerrapport Landbouwniversiteit Wageningen, Wageningen.

Bos OG, 2005. Recruitment variation of *Macoma balthica* (L.). Is there a role for larve food limitation? Thesis, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen.

Bouma H & Herman PMJ, 1998. De invloed van fysische omgevingsfactoren op de vestiging, handhaving en groei van bodemdieren. Inzichten voor inrichting- en beheersmaatregelen op basis van veld- en literatuuronderzoek. Rijksuniversiteit Groningen, Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek, Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie (NIOO, CEMO)

Bouma S., van Moorsel GWNM, Witte RH & Lensink R, 2002 Directe relaties tussen gebruiksfuncties en aquatische natuurwaarden in de Voordelta, een verkenning. Rapport nr. 02-077, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Bowen WD & Harrison GD, 1994. Offshore diet of grey seals *Halichoerus grypus* near Sable Island, Canada. Mar. Ecol. Progd. Ser. 112-1-11.

Braaksma S, 1958. Over de verspreiding van het visdiefje (*Sterna hirundo hirundo*) als broedvogel. Vogeljaar 6: 24-28, 46-50.

Braber L & de Groot SJ, 1973. The food of five flatfish species (Pleuronectiformes) in the southern North Sea. Neth. J. Sea Res. 6: 163-172.

Brasseur SMJM & Reijnders PJH, 1994. Invloed van diverse verstoringbronnen op het gedrag en habitatgebruik van Gewone Zeehonden: consequenties voor de inrichting van het gebied. IBN-rapport 13, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen.

Brasseur SMJM & Reijnders PJH, 1997. The harbour seal in the Netherlands, ecological profile harbour seal. Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ, IBN-DLO Texel, dept. Aquatic Ecology, Project 350 16 13.

Brasseur SMJM & Reijnders PJH, 2001. Zeehonden in de Oosterschelde, fase 2: Effecten van extra doorvaart door de Oliegeul. Alterra rapport 353, ISSN 1566-7197. Alterra Wageningen.





Brasseur SMJM, Tulp I, Reijnders PJH, Smit C, Dijkman E, Cremer J, Kotterman M & Meesters E, 2004. Voedselecolgie van de gewone en grijze zeehond in de Nederlandse kustwateren. Alterra-Rapport 905, Alterra, Wageningen.

Brasseur SMJM, Reijnders, PJH., Damsgaard Henriksen O, Carstensen J, Tougaard J, Teilmann J, Leopold M, Camphuysen K & Gordon J, 2005. Baseline data on the harbour porpoise, *Phocoena phocoena*, in relation to the intended wind farm site NSW, in the Netherlands. Alterra rapport, Wageningen.

Bree, van P, Vedder L & it Hart L, 1992 Terug van weggeweest. De Grijze Zeehond in Nederland. Zoogdier 3 (4): 11-15.

Brenninkmeijer A & Stienen EWM, 1992. Ecologisch profiel van de Grote Stern (*Sterna sandvicensis*). RIN-rapport 92/17. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.

Brenninkmeijer A & Stienen EWM, 1994. Bewakingsverslag Griend 1994, INBO, Arnhem.

Bruyne de RH, 1990. Ecologische Profielen vis en schelpdieren. Rapport MO 90-207. RIVO, IJmuiden.

Burgess RM, Schweitzer KA, McKinney RA & Phelps DK, 1993. Contaminated marine sediments: water column and interstitial toxic effects. Environ. Tox. Chem. 12: 127-138.

Buxton NE, 1983. Unnatural mortality of Red-throated Divers. Scottish Birds 12: 227-228.

Callaway R, 2003. Juveniles stick to adults: recruitment of the tube-dwelling *polychaete* *Lanice conchilega*. Hydrobiologia 503 (1-3): 121-130.

Campbell AC, 1994 . Tirion gids van strand en kust : Flora en Fauna. B.V. Uitgeversmaatschappij Tirion, Baarn.

Camphuysen CJ, 1994. Scavenging seabirds at beamtrawlers in the southern North Sea: distribution, relative abundance, behaviour, prey selection, feeding efficiency, kleptoparasitism and the possible effects of the establishment of 'protected areas'. BEON Report no. 94-14, Netherlands Institute for Sea Research, Texel, 47pp.

Camphuysen CJ, 2000. De sterfte van Eidereenden *Somateria mollissima* in Nederlandse Waddengebied, winter 1999/2000. CSR-rapport 2000.004. Oosterend, Texel.

Camphuysen CJ, 2001. Dode Eidereenden in de winter van 2000-2001. Nieuwsbrief NZG 3 (1) 3-4. Nederlandse Zeevogelgroep, Texel.

Camphuysen CJ & van Dijk J, 1998. Zee- en kustvogels langs de Nederlandse kust, 1974-1979, Limosa 56: 81-230

Camphuysen CJ, Ensor K, Furness RW, Garthe S, Hüppop O, LeapBr G, Offringa H. & Tasker ML, 1993. Seabirds feeding on discards in winter in the North Sea. Final report to the European Comm., study contr, 92/3505, NIOZ report 1993-8, Netheri.Inst, Sea Res., Texel.

Camphuysen CJ & Leopold MF, 1994. Atlas of seabirds in the southern North Sea. IBN-research report 94/6, NIOZ report 1994-8. Institute for Forestry and Nature Research, Den Burg, Texel.





Camphuysen CJ, 1996. Ecologisch profiel van de eidereend *Somateria mollissima*. RIKZ-werkdocument 96.146x. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Den Haag.

Camphuysen CJ, Berrevoets CM, Cremers HJWM, Dekinga A, Dekker R, Ens BJ, van der Have TM, Kats RKH, Kuiken T, Leopold MF, van der Meer J & Piersma T, 2002. Mass mortality of common eiders (*Somateria mollissima*) in the Dutch Wadden Sea, winter 1999/2000: starvation in a commercially exploited wetland of international importance. *Biological Conservation* 106: 303-317

Campredon P, 1978. Reproduction de la sterne caugec, *Thalasseus sandvicensis* Lath., sur le Banc d'Arguin (Gironde). *Aperçu de sa distribution hivernale*. *L'Oiseau et R.F.O.* 48:123-150, 263-279.

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

Corten A, 1996. Ecoprofiel haring. RIVO/DLO-rapport CO59/95. RIVO, IJmuiden.

Courtney PA & Blokpoel H, 1983. Distribution and numbers of Common Terns on the Lower Great Lakes during 1900-1980: a review. *Colonial Waterbirds* 6: 107-120

Craeymeersch JA, 2001. Distribution of macrofauna in relation to the micro-distribution of trawling effort. VLIZ Young Scientists' Day, Brugge, Belgium 23 February 2001: book of abstracts. VLIZ Special Publication, 1: pp. 18.

Craeymeersch JA & Hummel H, 2004. Effectonderzoek kokkelvisserij Voordelta RIVO Rapport Nr. C012/04

Craeymeersch JA & Wijsman JWM, 2006. Ruimtelijke verschillen en temporele fluctuaties in het voorkomen van een aantal schelpdieren in de Voordelta. Rapport nr C013/06, IMARES, Wageningen.

Craeymeersch JA, Hamerlynck O, Hostens K, Vanreusel A & Vincx M, 1990. De ekologische ontwikkeling van de Voordelta. Deelrapport 1. De huidige ekologische situatie van de Voordelta. Internal Report Delta Institute of Hydrobiological Research and University of Gent. 1992.

Craeymeersch JA, Leopold MF & van Wijk MO, 2001. Halfgeknotted strandschelp en Amerikaanse zwaardschede: een overzicht van bestaande kennis over visserij, economische betekenis, regelgeving, ecologie van de beviste soorten en effecten op het ecosysteem Rapport: C033/01, Rivo, Yerseke.

Craeymeersch JA, Escaravage V & Perdon J, 2004. Baseline study MEP-MV2. Veldwerkrapportage najaar 2004, Rapport C085/04, IMARES, Yerseke.

Craeymeersch JA, Escaravage V, Perdon J, 2005a. Baseline study MEP-MV2. Veldwerkrapportage bodemdieren najaar 2005, rapportnr C079/05, IMARES, Yerseke.

Craeymeersch JA, Escaravage V & Perdon J, 2005b. Baseline study MEP-MV2 Lot 2: bodemdieren Voortgangsverslag juni 2005, rapportnr C027/05, IMARES, Yerseke.

Cramp S & Simmons KEL, 1977. Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palearctic. Vol. 1. Ostrich to ducks. Oxford University Press, Oxford.





Cramp S. (ed.), 1985. The birds of the Western Palearctic, Vol. 4. Oxford, University Press, Oxford.

Creutzberg F, Eltink ATGW & van Noort GJ, 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.

Cushing DH, 1967. The grouping of herring populations. J. Mar. Biol. 47: 193-208

Daan N, Bromley PJ, Hislop JRG & Nielsen NA, 1990. Ecology of North Sea fish. Neth. J. Sea Res. 26: 343-386.

Daan N, 2000. Noordzee-visfauna en criteria voor het vaststellen van doelsoorten voor het natuurbeleid. Rapport C031/00. RIVO, IJmuiden.

Dalfsen van JA & Essink K, 1997. Risk analysis of coastal nourishment techniques in The Netherlands. Rapport RIKZ-97/022. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Haren.

Dam G, 2004. Bandbreedte morfologische voorspellingen Haringvlietmonding. Rapport gd/04459/1306, Svasek.

Dame R, Dankers N, Prins T, Jongsma H & Smaal A, 1991. The influence of mussel beds on nutrients in the western Wadden sea and Eastern Scheldt estuaries. Estuaries 14: 130-138.

Dankers N & Beukema JJ, 1981. Distributional patterns of macrozoobenthic species in relation to some environmental factors, in: Dankers N et al., 1981. Invertebrates of the Wadden Sea: final report of the section 'Marine Zoology' of the Wadden Sea Working Group. Wadden Sea Working Group Report, 4: pp. 69-103.

Darnaude AM, Harmelin-Vivien ML & Salen-Picard C, 2001. Food partitionin among flatfish (Pisces: Pleuronectiforms) juveniles in a mediterranean coastal shallow sandy area. J. Mar. Biol. Ass. U. K. 81: 119-127.

Darnaude AM, Salen-Picard C & Harmelin-Vivien ML, 2004. Depth variation in terrestrial particulate organic matter exploitation by marine coastal benthic communities of the Rhone River delta (NW Mediterranean). Mar. Ecol. Prog. Ser. 275: 47-57.

Dauwe B, Herman PMJ & Heip CHR, 1998. Community structure and bioturbation potential of macrofauna at four North Sea stations with contrasting food supply. Mar. Ecol.-Prog. Ser. 173: 67-83.

Deckere de EMGT, Koppel van de J & Heip CHR, 2000. The influence of *Corophium volutator* abundance on resuspension. Hydrobiologia 426: 37-42.

Dehnhardt G, Mauck B & Bleckmann H, 1999. Harbour seals detect minute water movement by means of their whiskers. Abstracts of 13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, The Society for Marine Mammalogy, Wailea, Maui, Hawaii.

Del Hoyo J, Elliot A & Sargatal J, 1992. Handbook of the birds of the world. Vol 1: lynx Edicions, Barcelona,.





Desholm M, Christensen TK, Scheiffarth G, Hario M, Andersson Å, Ens BJ, Camphuysen, CJ, Nilsson L, Waltho CM, Lorentsen S-H, Kuresoo A, Kats RKH, Fleet DM & Fox AD, 2002. Status of the Baltic/Wadden Sea population of the Common Eider *Somateria m. mollissima*. Wildfowl 53: 167-203.

Dietrich K & Koepff C, 1986. Pup production, welping, nursing season of the harbour seal, *Phoca vitulina*, in the Wadden Sea of Schleswig-Holstein (Germany). ICES C.M. 1978/N:12.

Dijk van AJ, Dijkse L, Hustings F, Koffijberg K, Oosterhuis R, van Turnhout C, van der Weide MJT, Zoetebier D & Plate CL, 2006. Broedvogels in Nederland in 2004. SOVON-monitoringsrapport 2006/01, SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

Dijkse S & Koks BJ, 2002. Kustbroedvogels in het Nederlandse Waddengebied in 2001. SOVON monitoringsrapport 2002/02. SOVON vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

Dolmer P, 2000. Algal concentration profiles above mussel beds. J. Sea Res. 43: 113-119.

Dörjes J, 1992. Die amerikanische Schwertmuschel *Ensis directus* (Conrad) in der Deutschen Bucht. III. Langzeitenwicklung nach 10 Jahren. Senckenbergiana maritima 22: 29-35.

Drescher HE, 1979. Biologie, ökologie und Schutz der Seehunde im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer. Beiträge zur Wildbiologie, Meldorf 1.

Duant F, Benvenuti S, Harris MP, Dall'Antonia L, Elston DA & Wanless S, 2002. Foraging strategies of the black-legged kittiwake *Rissa tridactyla* at a North Sea colony: evidence for a maximum foraging range. Mar Ecol Prog Ser 245: 239-247.

Duineveld CCA, 1992. The macrobenthic fauna in the Dutch sector of the North Sea in 1991. Rapport 1992-6, Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Texel.

Dunn EK, 1972. Studies on terns, with particular reference to feeding ecology. Ph.D. thesis Durham University, Durham.

Dunnet GM, 1977. Observations on the effects of low-flying aircraft at seabird colonies on the coast of Aberdeenshire, Scotland. Biological Conserv. 12: 55-63.

Duplisea DE, Jennings S, Warr KJ & Dinmore TA, 2002. A size-based model of the impacts of bottom trawling on benthic community structure. Can. J. Fish. Aquat. Sci./J. Can. Sci. Halieut. Aquat. 55(11): 1785-1795.

Duren van, LA, Herman PMJ, Sandee AJJ & Heip CHR, 2006. Effects of mussel filtering activity on boundary layer structure. J. Sea Res. 55: 3-14.

Durinck J, Skov H, Jensen FP & Pihl S, 1994. Important Marine Areas for Wintering Birds in the Baltic Sea. Report to the European Commission. Ornis Consult Ltd, Copenhagen, Denmark.

EC, 2003. Interpretation Manual of European Union Habitats. EUR 25. European commission, Natura 2000, Brussels.





Edelaar WCM, 2002. The ecology and evolution of anti-predation traits in a burrowing bivalve *Macoma balthica*. Thesis University of Groningen, Groningen.

Eerden van MR, 1997. Patch use, habitat exploitation and carrying capacity for waterbirds in Dutch freshwater wetlands. Van Zee tot Land 65. Rijkswaterstaat, Lelystad.

Ens BJ & Kats RKH, 2004. Evaluatie van voedselreservering Eiders in de Waddenzee. EVAII deelrapport B2. Alterra rapport 931.

Eriksson M & Sundberg P, 1991. The choice of fishing lakes by the Red-throated Diver *Gavia stellata* and Black-throated Diver *Gavia arctica* during the breeding season in Southwest Sweden. Bird study 38: 135-144.

Erwin RM, 1989. Responses to human intruders by birds nesting in colonies: experimental results and management guidelines. Colonial waterbirds 12: 104-408.

Essink K, 1993. Ecologische effecten van baggeren en storten van baggerspecie in het Eems-Dollard estuarium en de Waddenzee. Rijkswaterstaat, Rapport DCW-93.020.

Expertisecentrum PMR, 2001. Advies over natuurcompensatie bij een tweede Maasvlakte, Advies ten behoeve van PKB-plus deel 3 en de adviesaanvraag bij de Europese Commissie.

Foekema EM, Kaag NHBM & Jak RG, 1998. De invloed van benzo(a)pyreen op koude tolerantie van de halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*). TNO-MEP- R98/077

Fonds M, 1978. The seasonal distribution of some fish species. In: Fishes and Fisheries of the Wadden Sea, Part 5: Final Report Wadden Sea Working Group. Balkema, Rotterdam.

Furness RW, Hudson AV & Ensor K, 1988. Interactions between scavenging seabirds and commercial fisheries around the British Isles: 240-268, In: Burger J (ed.). Seabirds & Other Marine Vertebrates: Competition, Predation and Other Interactions. Columbia Univ. Press, New York.

Gibson RN & Ezzi IA, 1980. The biology of the scaldfish, *Arnoglossus laterna* (Walbaum) on the west coast of Scotland. J. Fish Biol. 17: 565-575.

Glopper de A, 1993. Vergelijkend onderzoek naar het gedrag van de Gewone Zeehond (*Phoca vitulina vitulina*) met betrekking tot verstoring. Stage-verslag, IBN-DLO, Texel.

Glutz von Blotzheim UN & Bauer KM, 1982. Handbuch der Vogel Mitteleuropas. Band 8/2: Charadriiformes III. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.

Gochfeld M, 1978. Terns in traffic. Nat. Hist. (N.Y.) 87: 54-61

de Goeij P, Luttikhuisen PC, van der Meer J & Piersma T, 2004. Facilitation on an intertidal mudflat: the effect of siphon nipping by flatfish on burying depth of the bivalve *Macoma balthica*. Oecologia 126: 500-506.

Grift RE, Welleman HC, Rijnsdorp AD & van der Veer HW, 2001. De visgemeenschap en de visserij in het





Nederlandse kustgeied en de Westelijke Waddenzee. Rapport C047/01.RIVO, IJmuiden.

Grift RE & Tulp IYM, 2004. Nulmetingen Maasvlakte 2: meetstrategie vissen. RIVO, IJmuiden.

de Groot SJ, 1980. The consequences of marine gravel extraction on the spawning of herring, *Clupea harengus*. J. Fish. Biol. 16: 605-611.

Hamels I, Moens T, Mutylaert K & Vyverman W, 2001. Trophic interactions between ciliates and nematodes from an intertidal flat. Aquat. Microb. Ecol. 26: 61-72.

Hamerlynck O & Hostens K, 1994. Changes in the fish fauna of the Oosterschelde estuary - a ten-year time series of fyke catches. Hydrobiol. 282/283: 497-507.

Hammond PS, Hall AJ & Prime JH, 1994. The Diet of Grey Seals in the Inner and Outer Hebrides. J. Appl. Ecol., Vol. 31, No. 4 (Nov., 1994), pp. 737-746.

Harding D, Nichols JH & Tungate DS, 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.

Hartgers EM, Backx JJGM & Walthout T, 2001. Vis Intrek in de Delta, Rapport RIKZ-2001.049, RIZA 2001.057. Rijkswaterstaat.

Havinga B, 1933. Der Seehund (*Phoca vitulina* L.) in den Holländischen Gewässern, Nederlandse Dierk. Vereen., 3: 79-111.

Heiligenberg van den T, 1987. Effects of mechanical and manual harvesting of lugworms *Arenicola marina* L. on the benthic fauna of tidal flats in the Dutch Wadden Sea. Biol. Conserv. 39; p 165-177.

Heinis F et al., 2003. Klankbordgroep Natuurcompensatie EC-PMR, Chronologie ideevorming efactor 10í, 30-08-2003.

Heijer, den WM & Keus B, 2001. Bestaande vistuigen als mogelijk alternatief voor de boomkor. Rapport RIKZ 2001.037, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Den Haag.

Hiddink JG, 2002. The adaptive value of migrations for the bivalve *Macoma balthica*. Thesis University of Groningen.

HilleRisLambers R, Koppel van de J & Herman PMJ, 2006. Persistence despite omnivory: benthic communities and the discrepancy between theory and observation. Oikos 113: 23-32.

Hinz H, Bergmann M, Shucksmith R, Kaiser MJ & Rogers SI, 2006. Habitat association of plaice, sole, and lemon sole in the English Channel. ICES J. Mar. Sci. 63(5): 912-927.

Hoarau, G, Rijnsdorp AD, van der Veer HW, Stam WT & Olsen JL, 2002. Population structure of plaice (*Pleuronectes platessa* L.) in northern Europe: microsatellites revealed large scale spatial and temporal homogeneity. Mol. Ecol. 11, 1165-1176.





Hoekstein MSJ, Lilipaly SJ & Meininger PL, 2003. Vliegtuigtellingen van watervogels en zeezoogdieren in de Voordelta, 2002/2003, met gegevens van zeehonden in de Oosterschelde en Westerschelde. Rapport 2003.046, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.

Hoey van G, 2005. Ruimtelijke en temporele variabiliteit binnen de macrobenthische *Abra alba* gemeenschap met nadruk op de structurende rol van *Lanice conchilega*. Thesis Universiteit van Gent, Gent.

Holland GJ, Greenstreet SPR, Gibb IM, Fraser HM & Robertson MR, 2005. Identifying sandeel *Ammodytes marinus* sediment habitat preferences in the marine environment. Mar Ecol Prog Ser. 303: 269-282.

Holland van G, 2002. Evaluatie 'Slufter' 1986-2001; bodemligging en bodemsamenstelling. Rapport A835. Alkyon, Marknesse.

Holtmann SE, Groenewold A, Schrader KHM, Asjes J, Craeyneers JA, Duineveld GCA, van Bostelen AJ & van der Meer J, 1996. Atlas of the Zoobenthos of the Dutch Continental Shelf. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, North sea directorate, Rijswijk.

Holtman SE, 1999. Graadmeter Ontwikkeling Noordzee (GONZ III), Infaunal Trophic Index (ITI) & Structuur macrobenthos gemeenschap (verhouding r- en K-strategen), MEE, NIOZ, Texel.

Honkoop PJC, 1998. Bivalve reproduction in the Wadden Sea: effects of winter conditions on reproductive effort and recruitment. Thesis Iniversiteit van Groningen.

Hurk van den BJJM, Klein Tank AMG, Lenderink G, van Ulden AP, van Oldenborgh GJ, Katsman CA, van den Brink HW, Keller F, Bessembinder JJF, Burgers G, Komen GJ, Hazeleger W en Drijfhout SS, 2006. KNMI Climate Change Scenarios 2006 for the Netherlands. KNMI-publicatie: WR-2006-01, pp82, De Bilt.

IBV, 1993. Integraal Beleidsplan Voordelta; Vorm in verandering. Ministerie van V&W, directie Noordzee, Rijswijk.

ICES, 2004. Report of the ICES Advisory Committee on Fishery management and Advisory Committee on Ecosystems. ICES Advice 2. ICES Headquarters, Copenhagen

ICES, 2005. Working Group on the Assessment of Demersal Stocks in the North Sea and Skagerrak (WGNSSK), 6 - 15 September 2005, ICES CM 2006/ACFM:09, ICES Headquarters, Copenhagen.

Jansen JK, Bengston JL, Boveng PL, Dahle SP & Ver Hoef J, 2006. Disturbance of harbour seals by cruise ships in Disenchantment Bay, Alaska: An investigation at three spatial and temporal scales. AFSC processed report 2006-02, National Marine Mammal Laboratory, Alaska Fisheries Science Center, Seattle, USA.

Jensen KT, 1992. Dynamics and growth of the cockle, *Cerastoderma edule*, on an intertidal mud-flat in the Danish Wadden Sea : effects of submersion in time and density. Neth . J . Sea Res. 28(4): 335-345.

Jong de GDC, Brasseur S.M.J.M & Reijnders P.J.H. 1997a. Harbour Seal. In: Reijnders P.J.H., Verriopoulus G & S.M.J.M. Brasseur (eds) 1997. Status of Pinnipeds relevant to the European Union. IBN Scientific contributions 8, p. 76-97. DLO Institute for Forestry and Nature Research (IBN-DLO), Wageningen.





Jong de GDC, Brasseur SMJM & Reijnders PJH, 1997b. Grey Seal. In: Reijnders P.J.H., Verriopoulus G & S.M.J.M. Brasseur (eds) 1997. Status of Pinnipeds relevant to the European Union. IBN Scientific contributions 8, p. 58-75. DLO Institute for Forestry and Nature Research (IBN-DLO), Wageningen.

Josefson AB, Forbes TL & Rosenberg R, 2002. Fate of phytodetritus in marine sediments: functional importance of macrofaunal community. Mar. Ecol.-Prog. Ser. 230: 71-85.

Kamermans P & Huitema HJ, 1994. Shrimp (*Crangon crangon* L.) browsing upon siphon tips inhibits feeding and growth in the bivalve *Macoma balthica* (L). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. (175): 59-75.

Kamermans P, Schuiling E, Baars D en van Riet M, 2003. Eindrapport EVA II (Evaluatie Schelpdiervisserij tweede fase) Deelproject AI : Visserij-inspanning: wijze van vissen, locatie van vissen, vangsten en bodemberoering van schelpdiervisserij-activiteiten in Waddenzee en Zeeuwse Delta. Rapport C057/03, RIVO.

Kastelein RA, 1998. Food consumption and growth of marine mammals. Thesis Landbouwwuniversiteit Wageningen, Wageningen.

Kersten M, Brenninkmeijer A & van der Hut RMG. Ecoprofielen van zeevogels ten behoeve van een Zeereservaat in de Voordelta. A&W-rapport 804. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv, Veenwouden.

Kevelam DJ, 1988. Morfologische studie Krabbengat; deel 1 prognoses. Rapport ZV-CED 88.06. Zanen Verstoep.

Kleef HL, Essink K & Welling EE, 1992. Het effect van het storten van baggerspecie op de bodemfauna in de Oude Wester-eems in de jaren 1989 en 1990. Rijkswaterstaat, Rapport DG W-92.018.

Knijjn RJ, Boon TW, Heessen HJ & Hislop JRG, 1993. Atlas of North Sea fishes. 194. ICES, ICES Cooperative Research Report Copenhagen.

Koeman JH, 1971. Het voorkomen en de toxicologische betekenis van enkele chloorkoolwaterstoffen aan de Nederlandse kust in de periode van 1965 tot 1970. Proefschrift Rijksuniversiteit Utrecht, Utrecht.

Kohsiek LHM & Mulder JPM (red), 1989. De Voordelta: een watersysteem verandert. Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren.

Kriebler M & Baretta C, 1984. Aggregation behaviour of Harbour seals at Forillon national park, Canada. J. Anim. Ecol. 53: 913-928.

Krijgsveld KL, van Lieshout SMJ, van der Winden J & Dirksen S, 2004. Verstoring van vogels door recreatie. Bureau Waardenburg bv/Vogelbescherming Nederland.

Kristensen I, 1957. Differences in density and growth in a cockle population in the Dutch Wadden Sea. Archs. Neerl. Zool. 12 :351-453.

Kühlmann DHH & Karst H, 1967. Freiwasserbeobachtungen zum verhalten von Tobias Fischeschwarmen (Ammodytidae) in der Westlichten Ostsee. Zeitschr. Tierpsychol. 24: 282-297.





Lavaleye MSS, 1999. GONZ-Rapport. Rapport graadmeters van de Noordzee. Infaunal Trophic Index (ITI) van het macrobenthos en Structuur macrobenthos gemeenschap (verhouding r-K-strategen). MEE-NIOZ, Texel.

Ledema A, 1990. Voorkomen en verspreiding van het nonnetje *Macoma balthica* en de strandgaper *Mya arenaria* in het oostelijk deel van de Westerschelde in 1989. Rijksuniversiteit Groningen, Stageverslag Dienst Getijdewateren (RWS).

Lemmetyinen R, 1971. Nest defence behaviour of Common and Atlantic Terns and its effects on the success achieved by predators. *Ornis fenn.* 48: 13-24.

Lemmetyinen R, 1973. Feeding ecology of *Sterna paradisaea* Pontopp. and *S. hirundo* L. in the archipelago of southwestern Finland. *Annales Zool. Fennica* 10: 507-525.

Leopold MF, Baptist HJM, Wolf PA & Offringa H, 1995a. De Zwarte Zee-eend *Melanitta nigra* in Nederland. *Limosa* 68: 49-64

Leopold MF, van Damme C & Garthe S, 1995b, Grote concentraties Roodkeelduikers tussen Cuxhaven en Helgoland. *Sula* 9: 75-78.

Leopold M, 1996. *Spisula subtruncata* als voedselbron voor zee-eenden in Nederland. BEON. Rapportnr 96-2, IBN-DLO, Den Haag.

Leopold MF, Kats RKH, & Ens BJ, 2000. Aanvullend onderzoek voedselbeschikbaarheid Eidereend *Somateria mollissima*. Literatuuroverzicht voedsel生态学. Unpublished Working Report Alterra, Texel.

Leopold MF, Kats RKH, & Ens BJ, 2001. Diet (preferences) of Common Eiders *Somateria mollissima*. Wadden Sea Newsletter, 25-31.

Leopold MF & Wolf P, 2003. Zee-eenden eten ook *Ensis*. Nieuwsbrief NZG, 4, 5.

Leopold MF, Smit CF, Goedhart PW, Roomen van MWJ, Winden van AJ & Turnhout van C, 2004. Langdurige trends in aantallen wadvogels, in relatie tot kokkelvisserij en het gevoerde beleid in deze. Eindverslag EVA II (Evaluatie Schelpdiervisserij tweede fase). Deelproject C2. Alterra-rapport 954, Alterra, Wageningen.

Lindberg P, Sellstrom U, Haggberg L & de Wit CA, 2004. Higher brominated diphenyl ethers and hexabromocyclododecane found in eggs of peregrine falcons (*Falco peregrinus*) breeding in Sweden. *Env.Sci. Technol.* 38: 93-96.

Lindeboom HJ & de Groot SJ, 1998 Impact II, the effects of different types of fisheries on the North Sea and Irish Sea benthic Ecosystem. NIOZ-Rapp. nr. 1998-1, Texel, RIVO-DLO Rapp. nr. C003/98, IJmuiden.

Lissåker M, Kvarnemo C & Svensson O, 2003. Effects of a low oxygen environment on the parental effort and filial cannibalism in the male sand goby, *Pomatoschistus minutus*. *Behavioral Ecology* 14: 374-381.

MacArthur RH & Wilson EO, 1967. The Theory of Island Biogeography. 203 pp, Princeton University Press (Princeton, NJ).





McConnell BJ, Fedak MA, Lovell P & Hammond PS, 1999. Movements and foraging areas of grey seals in the North Sea. *J. Appl Ecol.* 36: 572-590 (18)

Meininger, PL, Arts FA & van Swelm ND, 2000. Kustbroedvogels in het Noordelijk Deltagebied; ontwikkelingen knelpunten potenties; iov RIKZ, rapportnr RIKZ/2000.052, december 2000. ISBN 90-369-3435-4.

Meininger PL, Witte RH & Graveland J, 2003. Zeezoogdieren in de Westerschelde: knelpunten en kansen. Rapport RIKZ 2003.041

Mentink-procesmanagement, 2005. Recreatiebelangen Noordelijk Deltagebied in relatie tot zeereservaat c.a. Definitief rapport 7 september 2005, document 6326-450 in opdracht van de Recreatieschappen Voorne-Putten Rozenburg Haringvliet Grevelingen, opgesteld door Mentink-procesmanagement bv, Pijnacker, in samenwerking met Stichting Recreatie, Den Haag

Moens T, Van Gansbeke D & Vincx M, 1999. Linking estuarine nematodes to their suspected food. A case study from the Westerschelde Estuary (south-west Netherlands). *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 79: 1017-1027.

Møhlenberg F & Riisgård HU. 1979. Filtration rate, using a new indirect technique in thirteen species of suspension feeding bivalves. *Mar. Biol.* 54: 143-147.

Møller AP, 1981. The migration of European Sandwich Terns *Sterna s. sandvicensis*. *Vogelwarte* 31: 74- 94, 149-168.

Moorsel van GWNM, 1979. Overleving van *Macoma balthica* op het Balgzand. NIOZ, Interne verslagen no. 1979-1.

Muir SD, 2003 The biology of razor clams (*Ensis* spp.) and their emergent fishery on the West coast of Scotland, University Marine Biological Station, Millport.

Murphy EC & Hoover AA, 1981. Research study of the reactions of wildlife to boating activity along Kemai Fjords coastline. Report to the National Park Service No. CX-9000-8-0151.

Muus BJ & Dahlstrøm P, 1966. Zeevissengids. Elsevier, Amsterdam/Brussel, 244 p.

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

Oertel GF, 1988. Processes of sediment exchange between tidal inlets, ebb deltas and barrier islands, in Aubrey DG & Weishar L (red), Hydrodynamics and sediment dynamics of tidal inlets; Lecture notes on coastal and estuarine studies 29: 297-318.

Oevelen van D, Soetaert K, Middelburg JJ, Herman PMJ, Moodley L, Hamels I, Moens T & Heip CHR, 2006. Carbon flows through a benthic food web: Integrating biomass, isotope and tracer data. *J. Mar. Res.* 64: 453-482.

Olivar MP & Sabates A, 1997. Vertical distribution of fish larvae in the north-west Mediterranean Sea in spring. 1997. *Marine Biology* 129(2), 289-300





Pampoulie C, Gysels ES, Maes GE, Hellemans B, Leentjes V, Jones AG & Volkaert FAM, 2004. Evidence for fine-scale genetic structure and estuarine colonisation in a potential high gene flow marine goby (*Pomatoschistus minutus*). *Heredity* 92: 434-445.

Parijs, van SM, Thompson PM, Tollit DJ & MacKay A, 1997. Distribution and activity of male harbour seals during the mating season. *Anim. Behav.* 54: 35-43.

Peletier H & Janssen GM, 2004. De Levende natuur als ecosysteemvormer in kustgebieden. De effecten van biologische activiteiten en materialen in de ecologie van de zandige kust. Rapport RIKZ/2004.005.

Perry MC, Lohnes EJR, Wells AM, Osenton PC & Kidwell DM, 2004. www.pwrc.usgs/resshow/perry/scoters/default.htm

Petersen B & Exo KM, 1999. Predation of waders and gulls on *Janice conchilega* tidal flats in the Wadden Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 178:229-240

Pianka ER, 1970. On r and K selection. *American Naturalist* 104: 592-597. (Reprinted in 1978 in T. H. Clutton-Brock and P. H. Harvey (eds.) *Readings in Sociobiology*. Freeman. Selected as "This Week's Citation Classic" in *Current Contents* (1979), volume 10 (number 47): page 10.)

Pierce GJ, Thompson PM, Miller A, Diack JSW, Miller D, Boyle PR, 1991. Seasonal variation in the diet of common seals (*Phoca vitulina*) in the Moray Firth area of Scotland. *J Zool* 223:641-652.

Piersma T, 1988. Breast muscle atrophy and constraints on foraging during the flightless period of wing moulting great crested grebes. *Ardea* 67: 96-106.

Pihl L & Veer van der HW, 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.

PKB, 2006. Kabinetsstandpunt. PKB PMR deel 3, Project Mainportontwikkeling Rotterdam

Platteeuw M & Beekman JH, 1994. Verstoring van watervogels door scheepvaart op Ketelmeer en IJsselmeer. *Limosa* 67: 27-33.

Platteeuw M, Ham van der NF & Ouden den JE, 1994. Zeetrekellingen in Nederland in de jaren tachtig. *Suka* 8 (1/2, special issue): 1-203.

Poot MJM, Heunks C, van Horssen PW, Prinsen HAM & Boudewijn TJ 2005. Evaluatierapportage: november 2004 t/m juni 2005, Perceel 4: Vogels, Nulmeting in kader van Monitoring en Evaluatie Programma, Project Mainport Rotterdam - MEP MV2. Rapport 05-170, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Poot MJM, Heunks C, Prinsen HAM, van Horssen PW & Boudewijn TJ, 2006. Zeevogels in de Voordelta in 2004/2005 en 2005/2006. Nulmeting in het kader van Monitoring en Evaluatie Programma, Project Mainport Rotterdam - MEP MV2 (Perceel 4: Vogels). Rapport nr. 06-244, Bureau Waardenburg, Culemborg

Poppe GT & Gotto Y, 1993. European seashells. Vol. 2. Scaphopoda, Bivalvia, Cephalopoda. Verlag Christa Hemmen, Wiesbaden.





Postma R, Mulder JPM, Louters T, Hallie FP & de Vos FJ, 1990a. Een kwalitatieve prognose van de morfologie van de Oosterschelde-buitendelta. Rapport Geopro 1991.10, Rijksuniversiteit Utrecht; Notitie GWAO 900.13040, Dienst Getijdewateren Rijkswaterstaat.

Postma R, Mulder JPM, Louters T & Hallie FT, 1990b. Een prognose van de morfologie van de Grevelingen-buitendelta. Rapport Geopro 1991.08, Rijksuniversiteit Utrecht Rapport; Notitie GWAO 900.1345, Dienst Getijdewateren Rijkswaterstaat.

Provincie Zeeland, 2004. Recreatietellingen Voordelta 2003. Zielschot, B, Werkgroep Recreatieonderzoek Deltawateren.

Provincie Zeeland, 2001. Recreatietellingen Voordelta 2000, Werkgroep Recreatieonderzoek Deltawateren.

Provincie Zuid Holland, 2005. Agenda Vrije tijd 2006-2010.

Pyke M, 2002. Evaluation of good handling practice for razor clams, Rep. No. SR548. Sea Fish Industry Authority.

Reay PJ, 1970. Synopsis of biological data on North Atlantic sandeels of the genus *Ammodytes*, *A. tobianus*, *A. dubius*, *A. americanus* and *A. marinus*. FAO Fish. Synop., 82 (1): 1-8.

*Reiss H, Kroncke I & Ehrich S, 2006. Estimating the catching efficiency of a 2-m beam trawl for sampling epifauna by removal experiments. *Ices J. Mar. Sci.* 63: 1453-1464.

RWS, 2007. Ontwerp-Beheerplan Voordelta. Spelregels voor natuurbescherming. Lammers J (red) Den Haag februari 2007.

RIKZ, 2004. Effecten van een nieuwe spuisluis in de Afsluitdijk op de ecologie van de Waddenzee. Rapportage fase 3 van het onderdeel ecologie van de [ES]2-Afsluitdijk effectenstudie. Rapport RIKZ/2004.022 113p.

Reijnders PJH, 1972. Onderzoek naar levensomstandigheden en gedrag van de zeehond (*Phoca vitulina*) in het reservaat òEierlandse Gat. Scriptie natuurbeheer, ALH 72.31 Landbouwhogeschool Wageningen.

Reijnders PJH 1981. Threats to the Harbour Seal population in the Wadden Sea. In: P.J.H. Reijnders & W.J. Wolff (Eds.). *Marine mammals of the Wadden Sea*. Balkema, Rotterdam: 38-46.

Reijnders PJH, van Dijk J & Kuiper D, 1995. Recolonization of the Dutch Wadden Sea by the grey Seal *Halichoerus grypus*. *Biol.Cons.* 71: 231-235.

Reijnders PJH, Ries EH, Tougaard S, Norgaard N, Heidemann G, Schwarz J, Vareschi E & Traut IM, 1997. Population development of harbour seals *Phoca vitulina* in the Wadden Sea after the 1988 virus epizootic. *J. Sea Res.* 38: 161-168.

Reijnders PJH, Brasseur SMJM & Brinkman AG, 2000. Habitatgebruik en aantalsontwikkelingen van gewone zeehonden in de Oosterschelde en het overige Deltagebied. Alterra-rapport 078, ISSN 1566-7197, Alterra, Wageningen.





Reijnders PJH, Brasseur SMJM & Brinkman AG, 2003. The phocine distemper virus outbreak of 2002 amongst harbour seals in the North Sea and Baltic Sea: spatial and temporal development, and predicted population consequences. In: CWSS (eds), Management of North Sea harbour and grey seal populations. Proceedings of the International Symposium at EcoMare, Texel, The Netherlands, November 29-30, 2002. Wadden Sea Ecosystem No. 17, 19-25. Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.

Reijnders PJH, Reineking B, Abt KF, Brasseur SMJM, Camphuysen CJ, Scheidat M, Siebert U, Stede M, Tougaard J & Tougaard S, 2005. Marine mammals. In: K. Essink, C. Dettman, H. Farke, K. Lauersen, G. Lerssen, H. Marencic & W. Wiersinga (eds), QSR Wadden Sea 2004. Wadden Sea Ecosystem No. 19, 317-330.

Rice JC & Cooper A, 2003. Management of flatfish fisheries: What factors matter? J. Sea Res. 50: 227-243.

Riisgård HU, Seerup DF, Jensen MH, Glob E & Larsen PS, 2004. Grazing impact of filter-feeding zoobenthos in a Danish fjord. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 307: 261-271.

Rijnsdorp, AD, Stralen van M. & Veer van der HW, 1985. Selective tidal transport of North Sea Plaice larvae, *Pleuronectes platessa* in coastal nursery areas. Transactions of the American Fisheries Society 114:461-470.

Rijnsdorp AD, 1989. Maturation of male and female North Sea plaice (*Pleuronectes platessa* L.). Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer 46: 35-51.

Rijnsdorp AD, Daan N & Dekker W. 2006a. Partial fishing mortality per fishing trip: a useful indicator of effective fishing effort in mixed demersal fisheries. Ices Journal of Marine Science 63: 556-566.

Rijnsdorp AD, van Stralen M, Baars D, van Hal R, Jansen H, Leopold M, Schippers P & Winter E, 2006b. Rapport Inpassing Visserijactiviteiten Compensatiegebied MV2. C047/06: 1-123. IMARES, Wageningen.

Rippey B & Jewson DH, 2004. The rates of sediment-water exchange of oxygen and sediment bioturbation in lough Neagh. Hydrobiol. 91-92: 377-382.

Roomen van MWJ, van Winden EAJ, Koffijberg K, Voslamber B, Kleefstra R, Ottens G & SOVON Ganzen-zwanenwerkgroep, 2002. Watervogels in Nederland in 2000/2001. SOVON-monitoringsrapport 2002/04, RIZA-rapport BM02.15, SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen

Roomen van MWJ, van Winden EAJ, Koffijberg K, Boele A, Hustings F, Kleefstra R, Schoppers J, van Turnhout C, SOVON Ganzen-zwanenwerkgroep & Soldaat L, 2004. Watervogels in Nederland in 2002/2003. SOVON-monitoringsrapport 2004/02, RIZA-rapport BM04.09, SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen

Roomen van MWJ, van Winden EAJ, Hustings F, Koffijberg K, Kleefstra R, SOVON Ganzen-zwanenwerkgroep & Soldaat L, 2005. Watervogels in Nederland in 2003/2004. SOVON-monitoringsrapport 2005/03, RIZA-rapport BM05.12, SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

Rossi F, Herman PMJ & Middelburg JJ, 2004. Interspecific and intraspecific variation of delta C-13 and delta N-15 in deposit- and suspension-feeding bivalves (*Macoma balthica* and *Cerastoderma edule*): Evidence of ontogenetic changes in feeding mode of *Macoma balthica*. Limnology and Oceanography 49: 408-414.





Safina C & Burger J, 1988. Ecological dynamics among prey fish, bluefish, and foraging Common Terns in an Atlantic coastal system. In: Burger J (ed.), *Seabirds & other marine vertebrates*, 95-173, Colombia University Press, New York.

Sanchez-Velasco L, 1998. Diet composition and feeding habits of fish larvae of two co-occurring species (Pisces : *Callionymidae* and *Bothidae*) in the North-western Mediterranean. *Ices J. Mar. Sci.* 55: 299-308.

Schiedek D & Zebe E, 1987. Functional and environmental anaerobiosis in the razor clam *Ensis directus* (Mollusca: Bivalvia) *Mar. Biol* 94: 31-37.

Seegers HCM, Hoogvliet MC, Dam LA, 2006. Nulmeting Gebruiksfuncties Voordelta, eindrapportage. Rapport 04.W029.00/2, CSO, Bunnik.

Sha LP & van den Berg JH, 1993., Variation in ebb-tidal delta geometry along the coast of the Netherlands and the German Bight, *Journal of Coastal Research* 9, 730-746.

Simpson AG, 1959. The spawning of the plaice in the Nort Sea. *Ishery Invest. Lond. Ser. 2*, 22(7): 1-111.

Skov H, Durinck J, Leopold MF & Tasker ML, 1995. Important Bird Areas for seabirds in the North Sea, including the Channel and the Kattegat. Birdlife International, Cambridge.

Skov H & Prins E, 2001. Impact of estuarine fronts on the dispersal of piscivorous birds in the German Bight. *Marine Ecology-Progress series* 214: 276-287.

Smit M, de Vos B & de Wilde JW, 2004. De economische betekenis van de sportvisserij in Nederland, LEI Rapport nr. 2.04.05, ISBN 90-5242-919-7, Landbouw Economisch Instituut, Den Haag.

Snijders GH & Walburg L, 1998. Morfologische ontwikkeling Voordelta 1980-1997. Rapport RIKZ-98.019. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Den Haag.

Snow DW, & Perrins CM, 1997. *Birds of the Western Palearctic*. Concise edition. Oxford University Press, Oxford.

SOVON, 1987. Atlas van de Nederlandse vogels, Jellema Druk b.v., Almelo.

Steenbergen J & Escaravage V, 2006. Baseline study MEP-MV2; lot 2 bodemdieren. Eindrapportage Campagens 2004-2005, rapport C053/06 Wageningen IMARES.

Steetzel HJ & Stive M, 1986. Dwarstransportstudie Voordelta; een onderzoek naar profielontwikkelingen door dwarstransport in de Zeeuwse voordelta's als gevolg van gehele of gedeeltelijke afsluiting van de estuaria. WL rapport H329.

Steijn RC, 1997. Morfodynamische berekeningen Beleidsanalyse Slijkgat. Effecten van beheersmaatregelen op de onderhoudsbehoefte van de vaargeul. Rapport A214, Alkyon, Marknesse.

Steijn RC, Eysink WD, van Holland G & van de Graaff J, 2001. Bandbreedte morfologische Effectvoorspelling - MV2: een onderzoek ten behoeve van natuurtyping. Rapport A792. Alkyon, Marknesse.





- Steijn RC & Roelvink D, 1990. Alternatieve MV2-ontwerpen; Verkenning naar de mogelijkheden om de onderhoudsbehoefte van MV2 te beperken. Rapport A808. Alkyon, Marknesse.
- Steur C, Seys J & Eppinga J, 1996. Ecologisch profiel van het Nonnetje (*Macoma balthica*). Rapport RIKZ 96.022.
- Stevens JD, Bonfil R, Dulvy N & Walker P, 2000. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. ICES Journal of Marine Science, 57: 476-494.
- Stienen EWM, 2006. Living with Gulls. Trading off food and predation in the Sandwich Tern (*Sterna Sandvicensis*). Dissertatie, RUG, Groningen.
- Stienen EWM & Brenninkmeijer A, 1992. Ecologisch profiel van de Visdief (*Sterna hirundo*). RIN-rapport 92/18. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.
- Stienen EWM & Brenninkmeijer A, 1994. Voedseleecologie van de grote stern (*Sterna sandvicensis*) onderzoek ter ondersteuning van een populatie-dynamisch model. IBN-rapport 120. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.
- Stienen EWM, van Beers PWM, Brenninkmeijer A, Habraken JMPM, Raaijmakers MHJE & van Tienen PGM, 2000. Reflections of a specialist: patterns in food provisioning and foraging conditions in Sandwich Terns *Sterna Sandvicensis*. Ardea 88: 33-49.
- Stoorvogel AA & Habets LCGJM, 2006 Droogvalkaarten Voordelta, CeMAS, TU Eindhoven.
- Stortenbeker CW & Berendse F, 1985. Het beheer van natuur en milieu. 16: 521-556 In Bakker K., Cappenberg ThE, Croin Michielsen N, Nienhuis PH, Woldendorp JW & Zijlstra JJ (red), Inleiding tot de Oecologie. Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht/Antwerpen.
- Stralen van MR, 2005. Verkennende studie Inpassing visserij Zeereservaat Maasvlakte-2. MarinXrapport 2005.46.
- Strasser M & Pieloth U, 2001. Recolonization pattern of the polychaete *Lanice conchilega* on an intertidal sand flat following the severe winter of 1995/96. Helgoland Marine Research 55(3): 176-181.
- Strucker RCW, Hoekstein M & Meininger P, 2005. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2004. Rapport 2005.016. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.
- Strucker RCW, Arts FA, Lilipaly S, Berrevoets CM & Meininger PL, 2006. Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2004/2005. Rapport 2006.003. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.
- Svavarsson J, 2000. Imposex in the dogwhelk (*Nucella lapillus*) due to TBT contamination: Improvement at high latitudes. Mar. Poll. Bull. 40: 893-897.
- Svavarsson J, Granmo A, Ekelund R & Szpunar J, 2001. Occurrence and effects of organotins on adult common whelk (*Buccinum undatum*) (*Mollusca, Gastropoda*) in harbours and in a simulated dredging situation. Mar. Poll. Bull. 42: 370-376.





Swart de RL, Ross PS, Vedder LJ, Timmerman HH, Heisterkamp S, van Loveren H, Vos JG, Reijnders PJH & Osterhaus ADME, 1994. Impairment of immune function in harbour seals (*Phoca vitulina*) feeding on fish from polluted waters. *Ambio* 23: 155-159.

Swennen, C. 1976. Populatiestructuur en voedsel van de eidereend *Somateria mollissima* in de Nederlandse Waddenzee. *Ardea* 64: 311-371.

Taghon GL & Greene RR, 1992. Utilization of deposited and suspended particulate matter by benthic "interface" feeders. *Limnol. Oceanogr.* 37: 1370-1391.

Teixeira RM (red.), 1979. Atlas van de Nederlandse broedvogels. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland, IJssel-Graveland.

Thompson PM & Miller D 1990. Summer foraging activity and movements of radio-tagged Common Seals (*Phoca vitulina* L.) in the Moray Firth, Scotland. *J. Appl. Ecol.* 27: 492-501.

Thompson PM, Fedak MA, McConnell BJ & Nicholas KS, 1989. Seasonal and sex-related variation in activity patterns of common seals (*Phoca vitulina*). *J. Appl. Ecol.* 26: 521-535.

Thompson PM, McConnell BJ, Hunter CJ, Wood D & Tollit DJ, 1993. Comparative activity and movement patterns of harbour and grey seals from the Dornoch Firth, N.E. Scotland. Abstr. 10th Bien. Conf. on the Biol. of Mar. Mamm., Galveston, Texas: 106.

Thompson PM, McConnell BJ, Tollit DJ, Mackay A, Hunter C & Racey PA, 1996. Comparative distribution, movements and diet of Harbour and Grey Seals from the Moray Firth, NE Scotland. *J. Appl. Ecol.* 33: 1571-1584.

Thompson PM, Grellier K, Hastie GD, Wilson B & Hammond PS, 2000. Comparative distribution and habitat use by seals and dolphins in a coastal ecosystem. In: P.G.H. Evans, R. Pitt-Aiken & E. Rogan (Eds.) *European Research on Cetaceans - 14, Proceedings of the Fourteenth Annual Conference of the European Cetacean Society*, Cork, Ireland.

Tiën N, Tulp I & Grift RE, 2004. Baseline studies windfarm for demersal fish. 9M9237.01/R0009/Thie/gron. Groningen, Royal Haskoning.

Tollit DJ, Greenstreet SPR, Thompson PM, 1997. Prey selection by Harbour seals, *Phoca vitulina*, in relation to variations to prey abundance. *Can J Zool* 75:1508-1518

Tönis I, Stam JMT & van de Graaf J, 2002. Morphological changes of the Haringvliet estuary after closure in 1970. *J. of Coast. Eng* 44:33, 191-203.

Tucker GM & Heath MF, 1994. Birds in Europe; their conservations status. Birdlife Conservation series 3. Birdlife International, Cambridge.

Tulp I, Damme van C, Quirijns F, Binnendijk E & Borges L, 2006. Vis in de Voordelta: nulmetingen in het kader van de aanleg van de tweede Maasvlakte. Rapport C035/05. IMARES, IJmuiden.





Tydeman P, 1996. Ecologisch profiel van de wilde litorale mosselbank (*Mytilus edulis* L.). Rapport RIKZ-96.026, Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Den Haag.

Veen J, 1977. Functional and causal aspects of nest distribution in colonies of the Sandwich Tern (*Sterna s. sandvicensis* Lath.O. Brilt, Leiden.

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

Veen de J, Boddeke R & Postuma KH, 1979. Tien jaar kinderkameropnames in Nederland. I. het Zeeuwse estuarium. *Visserij* 32: 3-23.

Veer van der HW & Bergman MJN, 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.

Vertegaal, CTM, 1997. Evaluatie milieueffect rapportage 'Slufter' over de periode 1986 tot en met 1996. Werkgroep evaluatie Slufter Gemeentewerken Rotterdam en Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

Vessem van P, 1996. Morfologische ontwikkeling NW-kust en strand van Voorne. Werkdocument RIKZ/AB-96.105x, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Rijkswaterstaat.

Vessum van P, 1998. Morfologie monding Haringvliet. Veranderingen van een dynamisch onderwaterlandschap. MER Beheer Haringvliet. over de grens van zout en zoet. Deelrapport 2: Morfologie en kwaliteit; Morfologie Monding Haringvliet. Nota RIKZ-98.016. Rijkswaterstaat, RIKZ,.

Vlas de J, 2006. Nederlandse uitwerking habitattypen 1110, 1130 en 1140, RIKZ/KW/2006.113w (werkdokument). RWS-RIKZ, Haren.

Voous KH, 1960. Atlas van de Europese vogels. Elsevier, Amsterdam.

Voous KH, 1962. Die Vogelwelt Europas. Paul Parey, Hamburg.

Walker PA, 1996. Ecoprofile: rays and skates on the Dutch continental shelf and North Sea. Rapport 96.005. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Haren.

Walker PA & Hislop J, 1998. Sensitive skates or resilient rays? Spatial and temporal shifts in ray species composition in the central and north-western North Sea between 1930 and the present day. *ICES Journal of Marine Science* 55: 392-402.

Watzin MC. 1986. Larval settlement into marine soft-sediment systems: interactions with the meiofauna. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 98:65-113.

Werkgroep Visie Watersport 2004 Visie op de watersport Hellevoetsluis 'Van kwantiteit naar kwaliteit'. Gemeente Hellevoetsluis, Hellevoetsluis.





Werner MHJ, Brasseur SMJM, Ries EH & Reijnders PJH, 1995. Habitatgebruik, activiteitspatroon en gedrag van teruggezette, gerevalideerde Gewone Zeehonden in de Oosterschelde: winterperiode 1993/94. IBN-rapport 180, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen.

Wetlands International, 2006. Waterbird population estimates. Fourth Edition. Wetlands International, Wageningen, the Netherlands.

Wheeler A, 1969. The Fishes of the British Isles and North-West Europe. MacMillan, London/ Melbourne/ Toronto.

Widdows J, Brinsley MD, Salkeld ND & Lucas CH, 2000. Influence of biota on spatial and temporal variation in sediment erodability and material flux on a tidal flat (Westerschelde, The Netherlands). Mar. Ecol. Prog. Ser. 194: 23-37.

Widdows J, Blauw A, Heip CHR, Herman PMJ, Lucas CH, Middelburg JJ, Schmidt S, Brinsley MD, Twisk F & Verbeek H. 2004. Role of physical and biological processes in sediment dynamics of a tidal flat in Westerschelde Estuary, SW Netherlands. Mar. Ecol. Prog. Ser. 274: 41-56.

Wijnhoven S, Sijstermans W & Escaravage V, 2006. Historische waarnemingen van infauna uit het Voordelta gebied. Monitoring Taakgroep, NIOO-CEME, Yerseke.

Wijsman JWM, Kesteloo JJ & Craeymeersch JA, 2006. Ecologie, visserij en monitoring van mesheften in de Voordelta. Rapport nr. C009/06. RIVO, Yerseke.

Wilde de JW, 2002. Visserij-intensiteit in de Voordelta, LEI, Landbouw Economisch Instituut. Projectnummer 63741.

Willows RI, Widdows J & Wood RG, 1998. Influence of an infaunal bivalve on the erosion of an intertidal cohesive sediment: a flume and modelling study. Limnol. Oceanogr. 43: 1332-1343.

Wilson S, 1994. The Tees seals programme. Monitoring report No. 5, prepared for Teeside Development Corporation/Cleveland. INCA.

Winslade P, 1974a. Behavioural studies on the lesser sandeel *Ammodytes marinus* (Raitt). I: The effect on food availability on activity and the role of olfaction in food detection. J. Fish Biol. 6:565-576.

Winslade P, 1974b. Behavioural studies on the lesser sandeel *Ammodytes marinus* (Raitt).. II: The effect of light intensity on activity. J. Fish Biol. 6: 577-586.

Winslade P, 1974c. Behavioural studies on the lesser sandeel *Ammodytes marinus* (Raitt). III: The effect of temperature on activity and the environmental control of the annual cycle of activity. J. Fish Biol. 6: 587-599.

Wintermans G, Dankers N, van der Veer H, Rijnsdorp AD, van Leeuwen PI & Vingerhoed B, 1995. Habitat-karakteristieken van de Nederlandse kustzone. BEON Rapport 95(12). 72 pp, RIKZ, Den Haag, The Netherlands.





Wolff WJ, 1973. The estuary as a habitat. Zoologische verhandelingen 126: 1-242. Rijksmuseum voor Natuurlijke historie, Leiden.

Wolf PA & Meininger PL, 2004. Zwarte Zee-eenden bij de Brouwersdam. Nieuwsbrief NZG.

Word JQ, 1979. The infaunal Trophic Index. In: Southern Californian Coastal Water Research Project, annual report 1978. California.

ZHBT Toeristisch Advies b.v., 2004. Kustsegmentatie Zuid-Hollandse badplaatsen en kustregio's provincie Zuid Holland.

Zevenboom W, Bommelè M & Reuther C, 2003. Water in Cijfers 2003; Signalen uit de Noordzee: signaleren, beoordelen, evalueren en reageren. Rijkswaterstaat, Directie Noordzee, Rijswijk.

Zielschot B, 2004. Recreatietellingen Voordelta 2003. Provincie Zeeland, Werkgroep Recreatieonderzoek Deltawateren.

Zijlstra JJ, Dapper R & Witte, JI, 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.

Zwarts L & Wanink JH, 1989. Siphon size and burying depth in deposit- and suspension-feeding benthic bivalves. *Mar. Biol.* 100: 227-240.

Zwarts L & Wanink JH, 1993. How the food supply harvestable by waders in the Wadden Sea depends on the variation in energy density, body weight, biomass, burying depth and behaviour of tidal-flat invertebrates. *Neth. J. Sea Res.* 31:441-476.







Kite surfer © Joost Bergsma





15 Verklarende woordenlijst

Aanlanding	Op de markt gebrachte vangst
Abiotiek	De niet-levende omgeving
AFDW	'ash-free dry weight', asvrij drooggewicht, drooggewicht van een organisme zonder hetgeen overblijft na verassing.
Areaal	Oppervlakte
Auto-ecologie	soortseigenschappen zoals mobiliteit, levenswijze
Benthische vissoorten	aan de bodem gebonden; op/in de bodem levende vissoorten
Biodiversiteit	Verscheidenheid van het leven
Biogeochemie	bestudeert processen op het raakvlak van de biologie, geologie en chemie ook wel stoffenkringlopen genoemd.
Biomassa	Gewicht van het levende materiaal (planten, dieren)
Biotiek	De levende omgeving
Bodemberoerende visserij	Visserijtechniek waar met sleepnetten over de bodem wordt getrokken. Onder andere garnalenvisserij, boomkorvisserij en de bordentrawl
Bodemschaaf	bemonsteringstechniek mbv een apparaat trekkingen over de bodem om monsters over een maaswijdte van 5 mm te nemen
Bordentrawl	Vorm van visserij met netten, waarbij aan de einden scheerborden zijn bevestigd; bij verplaatsing door het water scheren de borden naar buiten waardoor het net in horizontale richting wordt open getrokken.
Box-corer	Bemonsterapparaat waarmee vanaf een schip sedimentcoren uit de bodem kunnen worden gewonnen.
Brekerbanken	Parallel aan de kust liggen golfbrekende zandbanken
Buitendelta	Zeewaarts uitbreiding van het Haringvliet, de Grevelingen en de Oosterschelde
Debiet	Hoeveelheid water per tijdseenheid dat afgevoerd wordt.
Demersaal	nabij de bodem, ook wel benthisch genoemd
Detritus	Dood organisch materiaal. Detritus is afkomstig van dode organismen of organische uitscheidingen van de organismen. Detritus is latijn voor afval.
Deposit feeder	organismen die sediment deeltjes inslikken en benutten als voedselbron.
Dichtheid	Aantallen per oppervlakte eenheid bijvoorbeeld n/m ²
Droogvalduur	De tijd dat de platen en slikken tijdens laagwater droogvallen
Ebschaar	Een ebschaar is een getijdengeul met schildvormige ondiepte die voornamelijk open ligt voor de ebstroom en die aan het zee-einde een drempel heeft.
Epibenthische vissoorten	Bij de bodem levende vissoorten
Estuarium	overgangsgebied tussen één of meerder rivieren en de zee, waar naast de rivierafvoer het getij een meer of minder sterke invloed heeft op de waterbeweging, en waar zoet en zout elkaar ontmoeten
Europese Vogel en Habitatrichtlijn (VHR)	beleidsmatig kader om de kwaliteit van het ecosysteem te waarborgen (voorzorgs beginsel) ik zou hier één woord willen maken, nl Natura2000, vraag is of dat nu in een verklarende woordenlijst moet
Euryhalien	zeer tolerant organismen wat saliniteit betreft.
Evertebraten	ongewervelden; dieren zonder een wervelkolom of ruggengraat
Filter feeder	organisme dat zijn voedsel door filtreren van het water, tussen trilharen of borstels door, verkrijgt.
Geomorfologie	vormen van het (aard)oppervlak
Getijdebiet	hoeveelheid water per tijdseenheid (met het getij) dat aan- en afgevoerd wordt





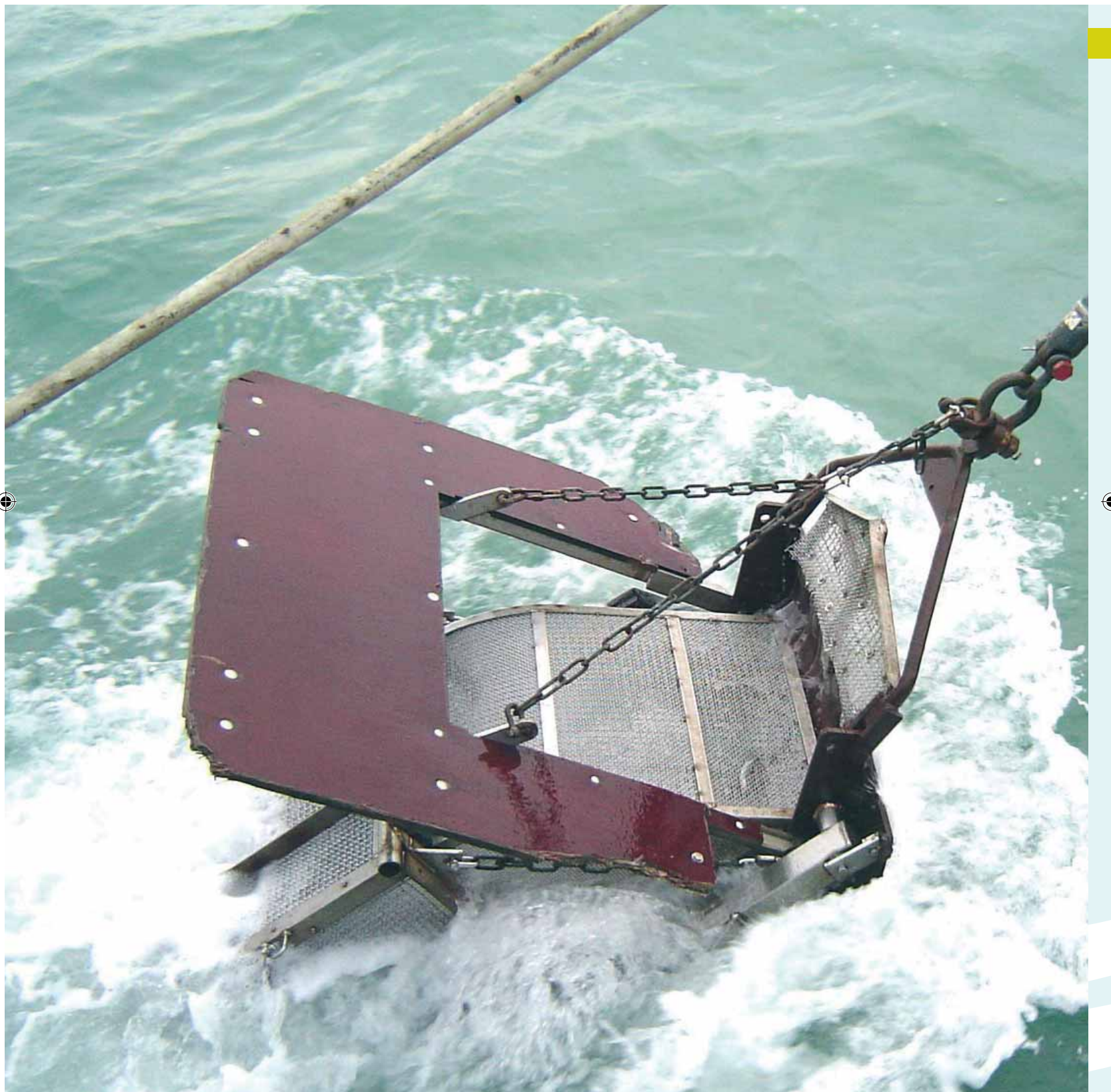
Getijdestroming	de land- en zeewaarts gerichte getijdestroming en het resulterende sediment-transport, waarvan de netto richting afhangt van stromingssterkte en –richtingen
Getijvolume	de hoeveelheid water die met eb de zeearm uitstroomt en met vloed weer instroomt
GLW-lijn	Gemiddeld laagwaterlijn
Golf asymmetrie	De hoeveel landwaarts gericht water verscheelt van de hoeveelheid terug trekkend water
Haul-out plaatsen	Ligplaatsen; Gedrag van zeehonden op zandbanken.
Hydrodynamiek	Beweging van vloeistoffe
Hypsometrische curve	Getijslag
IBV	Integraal Beleidsplan Voordelta
Inlagen	een stuk land tussen een zeedijk en een op enige afstand gelegen inlaagdijk. Inlagen liggen op plaatsen waar gevaar bestond voor een dijkval. De inlaagdijk werd achter de zeedijk opgeworpen, meestal met klei die uit de inlaag werd gehaald. De tweede dijk lag er dus als extra zekerheid.
Intergetijdengebied	buitendijks gelegen zone die met hoogwater wordt overspoeld door het getij
Intergetijdenplaat:	Zand- of slikplaat die tijdens laagwater droogvalt
Kentering	keerpunt waarop water beweging overgaat van vloed naar eb of omgekeerd waarbij de getijstroming minimaal is.
Kierbesluit	Het besluit van de overheid om in 2008 de Haringvlietsluizen tijdens hoogwater op een kier te zetten
Komberging(svolumen)	is het verschil tussen de hoeveelheid water die zich bij hoogwater in het estuarium bevindt en de hoeveelheid die er bij laagwater achterblijft
Laagwaterlijn	Lijn tot waar het water zich bij eb terugtrekt.
Litoraal	de zone tussen de hoogste hoogwaterlijn en de laagste laagwaterlijn, ook wel 'getijdenzone' of 'intergetijdengebied' genoemd.
Megaribbels	Zandgolven; door sterke stroming ontstane golfribbels in het zand van ongeveer een meter hoog en enkele meters breed
meiofauna	tussen het zand levende diertjes tussen 0,05 mm en 1 mm groot (bestaat vooral uit rondwormen en kleine kreeftachtigen).
microfauna	microscopische kleine organismen, zoals trilhaardiertjes en zweepdiertjes, die leven van de bacteriën en algen in de bodem.
microfytoenthos	microscopisch kleine plantjes (algen, voornamelijk diatomeeën) die op en in de bovenste centimeters van de bodem leven
Morfodynamica/ morfodynamiek	(Beschrijving van) de vormen van het aardoppervlak
Morfodynamische processen	De processen die bij de vorming van het oppervlak een rol spelen
MV2	De tweede maasvlakte
MWTL:	Monitoring Waterstaatkundige Toestand van het Land
NAP	Normaal Amsterdams Peil, de referentiehoogte waaraan hoogtemetingen in Nederland worden gerelateerd
Nutriënten	anorganische voedingsstoffen voor planten
Otolieten	Gehoorbotjes van vissen
Pelagisch	In de vrije waterkolom levend
Pioniervegetatie	de eerste planten die op pas ontstane terreinen voorkomen
PMR	Project Mainportontwikkeling Rotterdam
Polychaeten	Borstelwormen, klasse binnen de ringwormen (Annelida)





Primaire productie	In een voedselketen is het de eerste stap in de omzetting van anorganisch materiaal in organisch materiaal. De organismen die deze omzetting maken, doen dit met gebruik van energie. Deze energie kan uit zonlicht komen (fotosynthese), maar er kan ook chemische energie (chemosynthese) gebruikt worden. De bekendste primaire producenten in zee zijn algen.
Rode lijst	Gevoelig enz uitleggen
Refractie	Bijbuiging van het golfveld
Reststroom	De vloedstroom langs onze kust transporteert water van zuid naar noord. De ebstroom beweegt precies andersom en transporteert water van noord naar zuid. Het water van de zee wordt dus heen en weer bewogen. Door de sterke kracht van de westenwind is het echter zo dat de vloedstroom sterker is dan de ebstroom. Op de lange termijn wordt er dus meer water van zuid naar noord verplaatst dan andersom. Dit water noemen we de reststroom. De reststroom bepaalt de richting van het zandtransport langs de kust.
Saliniteit	Zoutgehalte in ‰
Sedimentssamenstelling	Korrelgroteverdeling van sediment
Shoaling	Verandering van een golf die geleidelijk in ondieper water komt door verandering in de verhouding tussen de voortplantingssnelheden en de verhouding tussen de golfhoogten
Siphonen	Een buisvormig orgaan (van voornamelijk schelpdieren) waardoor ademhalingswater in- of uitstroomt. Met behulp van deze buis kan ook voedsel vergaard worden wat in het water zit.
Slikken	bij eb droogvallend en aan land grenzende gebieden
Stapelvoedsel	Stapelvoedsel zijn de prooidieren die voor een bepaalde soort de belangrijkste voedselbron zijn.
Strandhaak	De vorming van de strandhaak is een samenspel van golfgedreven transport en getijtransport.
Strandwal	een door de branding opgeworpen, boven het zeeniveau liggende, zandbank. Een strandwal is langgerekt en is enkele meters hoog.
Stroomrozen	hebben een a-symmetrische vorm, met zwaartepunt naar het west/zuidwest en oosten.
Sublitoraal	Onder de gemiddeld laagwaterlijn
Trofisch niveau	Indeling van soorten gebaseerd op de wijze van voedselverwerving
Turbiditeit	De mate van troebelheid. Of anders gezegd hoe goed je door de vloeistof heen kan kijken.
Vaste vistuigen	Vistuigen die in het water worden vastgezet en achtergelaten. Bijv staand want en fuiken.
VIRIS database	VIRIS: VisueelRuimtelijk InformatieSysteem. Database met o.a. informatie over visserij-intensiteit in de Voordelta
Vogeldagen:	Een schatting van het aantal dagen dat de individuen van de getelde vogelsoort in het gebied in een bepaalde periode hebben doorgebracht.





Bodemschaaf © Monitoring Taakgroep (NIOO-CEME)



16 Bijlagen

16.1 Natura 2000 soorten in de Voordelta

no	Soort
H1095	Zeeprik
H1099	Rivierprik
H1102	Elft
H1103	Fint
H1106	Zalm
H1110	Permanent overstroomde zandbanken
H1140	Slik en zandplaten
H1310	pionierbegroeing
H1320	Slijkgrasland
H1330	Schorren
H1364	Grijze Zeehond
H1365	Gewone Zeehond
A001	Roodkeelduiker
A005	Fuut
A007	Kuifduiker
A017	Aalscholver
A034	Lepelaar
A043	Grauwe Gans
A048	Bergeend
A050	Smient
A051	Krakeend
A052	Wintertaling
A054	Pijlstaart
A056	Slobeend
A062	Topper
A063	Eider
A065	Zwarte Zee-eend
A067	Brilduiker
A096	Middelste Zaagbek
A130	Scholeksters
A132	Kluut
A137	Bontbekplevier
A141	Zilverplevier
A144	Drieteenstrandloper
A149	Bonte strandloper
A157	Rosse Grutto
A160	Wulp
A162	Tureluur
A169	Steenloper
A177	Dwergmeeuw

16.2 Een beschrijving van habitattype 1140

Kenschets

Dit habitat betreft ondiepe gebieden die door de werking van eb en vloed gedurende elke getijcyclus droogvallen en weer onder water komen te staan. Habitat 1140 wordt begrensd door de gemiddelde hoog- en laagwaterlijn. Boven de hoogwaterlijn liggen de kwelders (1310, 1320 en 1330), die slechts bij verhoogde waterstanden onderlopen. Beneden de (gemiddelde) laagwaterlijn ligt het sublitoraal (1110), waarvan alleen bij verlaagde waterstanden een gedeelte droog kan vallen (de Vlas, 2006).

Het voortbestaan van dit habitat in een bepaald gebied is alleen mogelijk wanneer aan- en afvoer van zand en slib zodanig zijn, dat er platen blijven bestaan met de juiste hoogteligging. Bij een overschot aan sediment ontstaan droge zandbanken met duinen, of kwelders. Bij een zandtekort ontstaat habitat 1110 (de Vlas 2006).

Habitat 1140 heeft twee subtypen:

- 1140a: De zandige tot slikkige platen in getijdegebieden. Deze liggen relatief luw doordat ze door eilanden of zandbanken zijn afgeschermd van de golfwerking van de Noordzee. Dit habitattype kan alleen bestaan wanneer er een evenwicht is tussen zandaanbod en zeespiegelstijging, in combinatie met de luwte die door zandbanken en kusteilanden ontstaat. Ook in rivierdelta's hoort dit type thuis; in riviermonden is een overgang aanwezig naar het zandiger en qua golfwerking meer dynamische habitattype 1140b (de Vlas, 2006). In de Voordelta vallen de Slikken van Voorne (Westplaat) en de Kwade Hoek onder subtype 1140a
- 1140b: De dynamische stranden langs de noordzeekust, en de zandige platen in de Voordelta en in de buitendelta's van de wadgeulen. Door de dagelijkse aanwezigheid van noordzee golven zijn deze gebieden altijd zandig (de Vlas, 2006).



16.2.1 Habittatype 1140 in de Voordelta

Habittatype 1140 beslaat in de Voordelta veelal de randen van het gebied (oeverzone) en ook de droogvallende platen in de mondingen van Haringvliet, Grevelingen en (overgang naar) Oosterschelde. Het oppervlakteaandeel in de Voordelta van habittatype 1140 is veel minder groot dan dat van habittatype 1110. Toch is het belang ervan relatief groot, omdat het met deze geringe oppervlakte een aantal belangrijke functies vervult. Voor habitattype 1140 bestaat geen compensatieopgave door aanleg van de Tweede Maasvlakte.

Abiotiek (gebaseerd op hoofdstuk 3)

In zijn algemeenheid kan gezegd worden dat vele gradaties voorkomen van variabelen als korrelgrootte en samenstelling van sediment, sedimentdynamiek, droogvalduur en aanvoer van vers zeewater. Hieronder worden de meest relevante karakteristieken per mondinggebied besproken. De abiotiek van de Voordelta is uitgebreid omschreven in hoofdstuk 3.

De habitattpe 1140 banken in de mondingen van Haringvliet en Grevelingen zijn na de aanleg van de Deltawerken landwaarts verschoven, als gevolg van het overheersen van het landwaartse sedimenttransport ten opzichte van het zeewaartse. Die verschuiving vindt nog steeds in enige mate plaats, zij het dat het proces nu veel langzamer verloopt dan net na afsluiting van de beide mondingen. Een ander gevolg van de overheersing van landwaarts sedimenttransport is de toegenomen hoogte van banken. In het overgangsgebied van Grevelingen en Oosterschelde waar sedimenttransporten veel minder veranderd zijn ten opzichte van de oorspronkelijke situatie zijn banken lager.

In zijn algemeenheid geldt dat sediment van habittatype 1140 in een dynamische omgeving grover van samenstelling is dan dat in een relatief rustige omgeving. Dit geldt zowel voor verschillen in dynamiek tussen mondinggebieden, als voor verschillen binnen een mondinggebied.

Biotiek (gebaseerd op de Vlas (2006))

Habittatype 1140 is voor zijn primaire voeding deels aangewezen op de ééncellige, in het water zwevende algen (fytoplankton), en deels van de ééncellige algen (voornamelijk Kiezelwieren) die op en in de bovenlaag van de bodem leven. Elders, bijvoorbeeld in Waddenzee en estuaria, maar niet in de Voordelta, kunnen ook hogere planten in geringe mate bijdragen (Zeegras en zeer incidenteel ook *Spiraalruppia*).

Voor de voeding van Habittatype 1140 is de *overspoelingsduur van het sediment* van belang, deze is het resultaat van de hoogteligging van de ondergrond en verloop van het getij, en vertoont dus in alle gebieden een stijgende lijn met het aflopen van de ondergrond.

Vervolgens zijn er drie aanvoerroutes langs welke Habittatype 1140 gevoed wordt, die niet duidelijk van elkaar te onderscheiden zijn.

- *aanvoer van voedselrijk water*; deze is afhankelijk van de snelheid waarmee water wordt aangevoerd, en van het gebied waar dit water vandaan komt. Water zal met name rijk zijn aan algen en ander eetbaar materiaal wanneer het komt van gebieden waar filtrerende bodemdieren niet veel invloed hebben. Vooral het noordzeestrand en de platen in de buurt van de zeegaten hebben een uitstekende verversing.
- *Bezinking van fijn organisch materiaal*, al dan niet gebonden aan slib; Bezinking vindt met name plaats in rustige gebieden. en die hoeven niet persé dicht bij de aanvoerpunten van vers water te liggen.
- *Productie van bodemalgen*; deze hangt samen met de overspoelingsduur en met de stabiliteit van het sediment. Een korte overspoelingsduur is gunstig voor bodemalgen, wanneer de bodem rustig is en niet te veel uitdroogt. Hun productie is dan ook het hoogst op meer of minder slibhoudende platen op de wantijen en dicht bij de kust

Elk van deze processen speelt op elke plaats enige rol, de wijze waarop het habitat uiteindelijk lokaal gevoed wordt, hangt samen met evenwicht tussen de drie. In de meest dynamische, zeewaartse delen





van de Voordelta is veel verversing, maar daar bezinkt geen fijn materiaal en er is een zeer geringe productie van bodem-algen. Langs de grotere geulen dicht bij de kust is een redelijke verversing, de bezinking is gering, en er is niet veel productie van bodem-algen. In met name de Haringvlietmonding is de verversing matig, maar er kan bezinking plaatsvinden en er is op beschutte plaatsen enige groei van bodem-algen mogelijk.

16.2.2 Functionele groepen

Bodemdieren

Alle bodemdieren in habitat 1140 zijn in essentie zeedieren, die vooral actief zijn wanneer er water boven de bodem staat. Gezonde droogvallende gebieden zijn herkenbaar aan de bodemfauna die past bij de lokale hydrografische en morfologische omstandigheden, en in rustige gebieden aan de aanwezigheid van ééncellige bodem-algen. Wanneer er geen duidelijke beïnvloedingen of ingrepen plaats vinden (of recentelijk hebben plaatsgevonden) en wanneer de milieukwaliteit voldoende is, functioneert dit habitat in principe naar behoren (de Vlas 2006).

Qua bodemdiergemeenschap is er een duidelijk verschil tussen het Habitattype 1140 in de Haringvlietmonding (subtype 1140a) en Habitattype 1140 in de rest van het gebied (subtype 1140b). In de weinig dynamische en vaak slikrijke gebieden komen veel soorten schelpdieren en wormen voor. Een aantal soorten is op de meeste plaatsen verantwoordelijk is voor het grootste deel van de biomassa; tot deze behoren, Strandgaper (*Mya arenaria*), Nonnetje (*Macoma balthica*), Zeeduizendpoot (*Nereis diversicolor*), en het Wadslakje (*Hydrobia ulvae*). In de lage delen van het litoraal worden lokaal ook Kokkels gevonden (*Cerastoderma edule*). De meest voorkomende kreeftachtige is de Slijkgarnaal (*Corophium*) (Craeymeersch 1999). Hier wordt in de toekomst ook de Japanse oester (*Crassostrea gigas*) verwacht, een exoot die steeds wijder verspreid raakt in de Voordelta.

In de dynamische, zandiger Habitattype 1140b gebieden van de Voordelta komt een armere, maar wel heel karakteristieke fauna voor. Hier kan de Gemshoornworm (*Scolecopsis squamata*) in zeer hoge dichtheden voorkomen, en er leven enkele karakteristieke kleine kreeftachtigen (*Bathyporeia pilosa* en *Eurydice pulchra*). Strandkrab en Garnaal vinden hun voedsel als er water op de bodem staat.

Vissen

Met opkomend tij zwemmen vissen zoals Schol en Bot de platen op om voedsel te zoeken. Wanneer de platen en stranden droogvallen, trekken de vissen zich net als de grotere kreeftachtigen terug in de aangrenzende geulen of de Noordzee. Jonge stadia en kleine soorten kreeftachtigen kunnen ook in de bovenlaag van het sediment en/of in poelen overtijen. In de poelen is sprake van een gunstige watertemperatuur en voldoende voedsel voor jonge vissen. Op deze wijze vervult dit habitattype een kinderkamerfunctie (de Vlas 2006).

Vogels (gebaseerd op op Berrevoets et al. (2005))

De rijkdom van de bodemdiergemeenschap op de Slikken van Voorne en op de Kwade Hoek vertaalt zich naar de vogelgemeenschap. Steltlopers zoals bijvoorbeeld Scholeksters, Bonte Strandlopers, Drieteenstrandlopers, Zilverpleviers, Bontbekpleviers, Tureluurs, Wulpen en Kluten foerageren er op schelpdieren en/ of op andere bodemdieren als zeeduizendpoten. In de zomermaanden foerageren er ook Lepelaars. Ook voor Wilde Eenden, Smienten, Wintertalingen, Pijlstaarten en Bergeenden is het een belangrijk voedselgebied. Voor de meeste eenden vormen de talrijk aanwezige plantenzaden een belangrijke voedselbron, maar de Bergeend eet microfytobenthos van de drooggevalle bodem, en ook algen en Slijkgarnalen (*Corophium*). Verder naar het zuiden waar Habitattype 1140 zandiger wordt en minder rijk aan bodemdieren zijn minder vogels. Aalscholers maken van de zandbanken gebruik als rust- en droogplaats.





Hoewel de Grote Stern zijn voedsel duikend in het water van de Voordelta en verder op zee vangt, is deze voor zijn broedsucces in enige mate afhankelijk van Habitattype 1140. De Grote Sterns in de Voordelta broeden met name in het Haringvliet. Wanneer de jongen wel kunnen vliegen, maar nog niet in staat zijn zelf te foerageren, volgen zij de adulten naar de platen in de Voordelta, bij voorkeur degene die deels permanent boven water liggen (bijv. de Hinderplaat). Terwijl de jongen achterblijven op de plaat vliegen de ouderdieren ver uit om te foerageren. Op deze wijze wordt de afstand tussen jong en foerageergebied aanzienlijk verkleind, en dat komt de soort uiteindelijk ten goede. Vanaf de platen zullen de jongen ook leren zelf te foerageren.

Zeezoogdieren

Het enige zeezoogdier dat duidelijk afhankelijk is van habitat 1140 is de Gewone Zeehond. Hij gebruikt hoog gelegen platen langs geulen om daarop te rusten en jongen te zogen. Rond hoogwater foerageert hij op de vis die boven de platen voedsel zoekt, maar daarnaast is hij ook afhankelijk van de grotere vissen in het water van de geulen die habitat 1140 doorsnijden en in het water van de Noordzee (tot buiten de 20 m dieptelijn). Om effectief in de geulen rond de platen te kunnen jagen is een voldoende snelle en daarmee onverwachte entree in de geul noodzakelijk, daarom is het van belang dat de oever van plaat naar geul voldoende stijl is, maar ook weer niet te stijl om vanuit de geul op de plaat te komen.

De Grijze Zeehond is een kustbewoner die zijn jongen ter wereld brengt en zoogt op hoge platen en op stranden boven het gemiddeld hoogwaterniveau. Strandrecreatie verhindert het gebruik van de stranden boven het gemiddelde hoogwaterniveau, waardoor hooggelegen platen in de toekomst heel belangrijk kunnen zijn. De Grijze Zeehond foerageert ook op grotere afstand van de kust, tot buiten het Voordeltagebied. De laatste jaren is het aantal Grijze Zeehonden in de Voordelta sterk toegenomen.

16.2.3 Beïnvloedingen

visserij

In habitattype 1140 kan niet gevaren worden met grote commerciële visserijsschepen, zodat visserij met Boomkor op platvis of garnalen niet kan plaatsvinden.

Schelpdiervisserij kan wel voorkomen. Dit heeft tot gevolg dat grote hoeveelheden van de beviste soort in éénmaal worden verwijderd. Dit effect is lokaal en herstelt redelijk snel, mede door de beperkte omvang van schelpdiervisserij (de Vlas, 1982). Bij herhaaldelijke bevissing van dezelfde gebieden zijn ook effecten mogelijk die op langere termijn spelen, door een directe of indirecte invloed op de sedimentsamenstelling (die wordt waarschijnlijk minder slibrijk) en aanwas van nieuwe schelpdieren (die wordt waarschijnlijk verminderd). Vermindering van bepaalde soorten bodemdieren heeft ook tot gevolg dat de vogelsoorten die daarvan leven, achteruit zullen gaan. In het geval van de kokkel – en mosselvisserij betreft dat voor habitattype 1140 vooral de Scholekster, Eidereend (bij overspoeling) en de Kanoet. In de Voordelta vindt (ook) op droogvallende platen visserij op kokkels plaats, zij het de laatste jaren weinig wegens teruggelopen bestanden. Natuurlijke mosselbanken bestaan niet meer in de Voordelta.

Visserij op en rond de platen werkt bovendien ook verstrend op vogels en zeehonden.

Recreatie

Net als bij habitattype 1110 heeft recreatie invloed op de ecologie van habitattype 1140. Allereerst kan het systeem op stranden verarmen door massarecreatie, als gevolg van bodemverstoring en vertrapping. Dit verschijnsel zou ook op platen kunnen plaatsvinden indien deze intensief bezocht worden. Bodemdieren in slikkige bodems ondervinden meer hinder van betreding dan die in zandige bodems. Belangrijkste effect van recreatie op habitattype 1140 in de Voordelta is echter het verstrendende effect dat aanwezigheid van mens en attributen hebben op vogels en zeezoogdieren. Gevoeligheid





voor verstoring verschilt per soort, en vaak ook per type verstoring.

Verstoring van sediment

Doordat habitat 1140 in zo veel gradaties van sedimentdynamiek en aanvoer van vers zeewater kan voorkomen ligt daarin geen duidelijk criterium voor het al dan niet goed functioneren van het systeem. Naast effecten van intensieve (schelpdier)visserij kunnen met name zandwinning, zandsuppleties en baggerwerkzaamheden tijdelijk effect hebben op de sedimentdynamiek. Met name strandsuppleties hebben een tijdelijk direct effect op de bodemdiergemeenschap van habitatype 1140 (1 à 2 jaar), zandsuppleties in de vooroever hebben geen duidelijk effect (van Dalfsen en Essink, 1997).

Chemische waterkwaliteit

Het functioneren van het ecosysteem kan belemmerd worden door toxische stoffen, zie habitatype 1110. Tijdelijk kan habitat 1140 ook zeer ernstig ontregeld raken door grote verontreiniging zoals rampen met olie of chemicaliën.

Hierbij geldt:

p_i wordt berekend door het aantal individuen van soort 'i' te delen door het totaal aantal individuen.
 S = het totaal aantal soorten

De Shannon index wordt hoger naar mate er een meer evenwichtige verdeling is van aantallen individuen over de aanwezige soorten en/of als er meer zeldzame soorten aanwezig zijn. Een relatief hoge Shannon-index wordt zodoende gezien als aanwijzing voor een relatief onverstoord milieu. Omgekeerd geldt hoe hoger de verstoringdruk hoe lager de Shannon-index.

16.3 De Shannon index

De Shannon index (ook wel Shannon-Weaver index of Shannon diversity index genoemd) is een manier om soortendiversiteit te gebruiken als maat voor biodiversiteit. Niet het aantal soorten, maar de verdeling van het totaal aantal individuen over de aanwezig soorten wordt gebruikt als maat voor de diversiteit.

Wanneer in een gebied relatief veel verstoring optreedt zullen opportunistische soorten (r-strategen) een relatief groot aandeel van het totaal aantal individuen opeisen. Daarnaast zal het aantal zeldzame soorten onder dergelijke omstandigheden relatief laag zijn.

De Shannon index (H') kan worden berekend middels de volgende formule:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$



16.4 Bijdrage visserijvormen aan compensatieopgave

Bijdrage aan de compensatieopgave bij uitsluiting van verschillende vormen van visserij met gesleepte vistuigen. In het geval geen kwantitatieve schatting kon worden gemaakt is een kwalitatieve inschatting gemaakt van de bijdrage (-- grote negatieve

invloed; - negatieve invloed; 0 geen invloed; + positieve invloed; ++ grote positieve invloed). Opgemerkt wordt dat de bijdrage is bepaald voor de visserij-inzet in de periode 2001-2005. Veranderingen in de visserij-inspanning als gevolg van autonome ontwikkelingen zullen de bijdrage aan de compensatieopgave veranderen.

	Zee- dagen	Benthos ton AFDW	%	Schelp dieren 1000 ton vers	Vis ton vers	Fint Foe-rageer- gebied	Zwarte zee- eend	Viseters duikend %	Aaseters discards	Bio- diversiteit
Compensatie opgave		330-550 ¹	10%	0.089 ³	32	2.2%	2.4% ⁴	0.2-3.0%	15% ⁵	+
Bodemtrawl visserij										
Boomkorvisserij 260-300pk	949 ⁶	2700- 5900 ¹	21% (10- 21%)	++	675	+	++	++	--	+
Boomkorvisserij <260pk	15 ⁶	<100 ¹	<1% 3%	0	<10	0	0	0	0	0
Borden trawl visserij Garnalen visserij 260-300pk	109 ⁶	500-900 ¹	(2-3%) 3%	+	65	+	+	+	--	+
Garnalen visserij <260pk	510 ⁶	400-750 ¹	(1-3%)	0	25	+	0	+	--	+
	80 ⁶	<100 ¹	<1%	0	<2	0	0	0	0	0
Kleine kustvisserij										
Fuiken	206 ⁷	0	0	0	3	+	0	-	-	0
Staannde netten verankerd	134 ⁷	0	0	0	48	+	0	-	-	0
Staannde netten	4 ⁷	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Schelpdiervisserij⁸										
kokkels		25 (0-241) ² 75		0.64 (0-6.0) 1.88	0	0	+ ⁹	0	0	0
Spisula		(0-1176) ² 31		(0-29.4) 0.6	0	0	++ ¹⁰	0	0	0

1 Biomassa toename in versgewicht (Tabel 6.3) omgezet in AFDW (15% conversiefactor)

2 Gemiddeld en (tussen haakjes) het maximum vangstgewicht in de periode 1993-2005

3 Zie Tabel 6.6: Compensatieopgave geformuleerd in 2003 (NR-023.178)

4 1960 hectarefoeragegebied

5 kleine mantel meeuw

6 visserij inspanning in dagen per jaar in 2001-2005 in het studiegebied zie Tabel 5.4

7 visserij inspanning in het VIRIS-gebied (31F3, 32F3, 32F4) zie Tabel 5.1

8 Dit geldt voor zowel bij een statisch beheer van schelpdierbestanden (permanent verbod of beperking) als voor een dynamisch beheersmodel, gericht op het beperken van maatregelen tot situaties wanneer de foerageermogelijkheden voor Zwarte Zee-eenden daar ook werkelijk om vragen.



- 9 Voor zover de kokkels in het foerageergebied liggen
- 10 Afhankelijk van omvang van het bestand en aanwezigheid van andere schelpdierssoorten
- 11 Bij huidige omvang van het Ensis bestand

16.5 Methodiek selectie rustgebieden

Er is een belangrijk verschil in de manier waarop de maatregelen voor habitattype 1110 en de maatregelen voor rustgebieden kunnen worden bepaald. Voor habitattype 1110 is beschreven hoe met een kwantitatieve benadering voorspeld kan worden welke biomassatoename aan bodemdieren verwacht kan worden bij uitsluiting van verschillende vormen van bodemberoerende visserij. In tegenstelling tot de kwantitatieve modeltechniek die bij de maatregelen voor habitattype 1110 is gehanteerd, is het voor het vaststellen van een te verwachten toename van het aantal vogels veel lastiger (zo niet onmogelijk) om een soortgelijke benadering te volgen. Dit heeft drie oorzaken, één met een ecologische grondslag, één die verband houdt met de aard van de effecten en één die ingegeven wordt door de nauwkeurigheid van de informatie over de betreffende gebruiksfuncties.

16.5.1 Ecologisch

In ecologische zin wordt dit verschil veroorzaakt doordat vogels zich hoger in het voedselweb bevinden dan bodemdieren. Hierdoor is er sprake van vele complexe interacties, met als gevolg een opstapeling van onzekerheden ten aanzien van de doorvertaling van voedsel naar vogel. Vogels zijn zeer mobiel en worden beïnvloed door de dynamiek van de veel grotere biogeografische populaties waar zij onderdeel van uitmaken. Bodemdieren daarentegen vormen na de primaire producenten (algen) de basis van het ecosysteem en geven nadat deze zich gevestigd hebben een veel minder variabel beeld door de tijd heen.

16.5.2 Aard van de effecten

De effecten van bodemberoerende visserij op bodemdiergemeenschappen zijn relatief goed beschreven en eenduidig (hoe hoger de visserij-intensiteit hoe sterker de biomassa-afname). Visuele verstoring of verstoring door geluid is veel complexere materie. Verschillende bronnen leiden tot verschillende verstoringreacties, waarbij niet de grootte van de bron maar met name de snelheid en voorspelbaarheid belangrijke factoren zijn. Er kan echter ook gewenning optreden waardoor eenzelfde bron niet altijd hetzelfde effect heeft. Bovendien verschilt verstoring bij verschillende weertypes en zijn niet alle vogelsoorten even verstoringgevoelig.

16.5.3 Nauwkeurigheid

Wat betreft de nauwkeurigheid van de gegevens van de betreffende gebruiksfuncties is bij de visserij sprake van een continue monitoring van visserij-intensiteit waarbij locaties middels GPS geregistreerd worden (zogenoemde VMS en blackbox systemen). De verschillende vormen van waterrecreatie worden slechts periodiek gemonitord, waardoor door de tijd slechts verschillende momentopnamen van de actuele situatie beschikbaar zijn. Deze momentopnamen doen geen recht aan de werkelijke dynamiek van de verschillende recreatievormen op water door de tijd heen.

Om deze redenen is voor de totstandkoming van de rustgebieden een andersoortige benadering gevolgd waarbij primair is uitgegaan van het inzicht in de ecologie van de betreffende vogelsoorten. Kunnen we begrijpen waarom een bepaalde soort zich op een bepaald moment op een bepaalde locatie bevindt? Door inzichten in habitateisen en prooikeus te combineren met gegevens van hoogteligging van platen, bodemdieren middels het





vervaardigen van combinatiekaarten is geprobeerd de kerngebieden te identificeren die voor de betreffende soorten van belang zijn. Veel van de hiervoor gebruikte informatie is al samengevat in de effectenschema's van de verschillende vogelhoofdstukken. Hoe vervolgens omgegaan wordt met deze informatie bij de ruimtelijke begrenzing van de rustgebieden wordt hieronder beschreven.

16.5.4 Selectie van rustgebieden

Om te komen tot de keuze van omvang en ligging van de rustgebieden is de hiernavolgende methode gehanteerd:

- Eerst zijn de belangrijkste gebieden geïdentificeerd op basis van de 2 jaar waarin zeer uitgebreide 0-metingen zijn uitgevoerd, aangevuld met langjarige RIKZ tellingen.
- Vervolgens is om de clusters van grootste groepen vogels die zijn waargenomen een contour van 500 meter getrokken (dit is dus een minimale verstoringsafstand). Er is voor de minimale afstanden gekozen zodat niet het gehele gebied dat door de betreffende soorten wordt gebruikt als rustgebied wordt aangemerkt, maar alleen de kerngebieden. Uit de literatuur is bekend dat regelmatige vaarbewegingen leiden tot gewinning, waardoor het effect van verstoring minder wordt.
- Daarna zijn deze contouren gecombineerd met de verstoringscontouren van andere soorten (zoals de 1200m contour rondom de ligplaatsen van de zeehonden) en de plaatoppervlakten die gebruikt worden door de grote Stern.
- Rekeninghoudend met de historische en te verwachten toekomstige morfologische ontwikkeling van de geulen en platen in de Voordelta zijn vervolgens grenzen getrokken rondom de gecombineerde verstoringscontouren.
- Deze vanuit ecologisch perspectief opgestelde conceptgrenzen zijn vervolgens in diverse stakeholderbijeenkomsten voorgelegd aan belanghebbenden om te bezien op welke punten zij wensen ten aanzien van de begrenzing hadden. Hierbij zijn ter plekke deze eerste conceptgrenzen van de rustgebieden gecombineerd met gedetail-

leerde informatie over de huidige verspreiding en intensiteiten van gebruiksfuncties in het gebied, eveneens afkomstig uit de nulmetingen. Daar waar aanpassingen/herbegrenzings binnen de ecologische randvoorwaarden konden worden gemaakt kon hieraan tegemoet gekomen worden, maar daar waar dit tot een (potentieel) knelpunt leidde, is de stelregel gehanteerd dat de compensatieopgave voorop staat, en dat daarna pas zoveel mogelijk rekening gehouden kon worden met gebruikers van het gebied.

- Resultaat uit deze sessies is een gedifferentieerd beschermingsregime waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen een volledige toegangsbeperking voor grootschalige verstorende recreatievormen en beperkte toegang voor een gedeelte van het jaar onder voorwaarden voor natuurgerichte vormen van recreatie.
- Handhaafbaarheid en juridische verankering zullen uiteindelijk een rol spelen bij de uiteindelijke (finetuning) van de voorgestelde maatregelen omdat voldoende waarborg geboden dient te worden dat de voorgestelde maatregelen in de praktijk ook te realiseren zijn, zodat daadwerkelijk tijdig en in voldoende mate natuurcompensatie gerealiseerd wordt.



16.6 Scenario's

Schade verloopt zoals verwacht

schade	maatregelen	compensatie
Gaat zoals verwacht	Gehandhaafd	Gaat zoals verwacht
Gaat zoals verwacht	Gehandhaafd	Gaat niet zoals verwacht (verkeerde inschatting): teveel
Gaat zoals verwacht	Gehandhaafd	Gaat niet zoals verwacht (verkeerde inschatting): te weinig
Gaat zoals verwacht	Niet voldoende gehandhaafd (te weinig)	Gaat zoals verwacht
Gaat zoals verwacht	Niet voldoende gehandhaafd (te weinig)	Gaat niet zoals verwacht (verkeerde inschatting): teveel
Gaat zoals verwacht	Niet voldoende gehandhaafd (te weinig)	Gaat niet zoals verwacht (verkeerde inschatting): te weinig

Schade verloopt niet zoals verwacht, is minder

schade	maatregelen	compensatie
Schade verloopt niet zoals verwacht, is minder	Gehandhaafd	Gaat zoals verwacht
Schade verloopt niet zoals verwacht, is minder	Gehandhaafd	Gaat niet zoals verwacht (verkeerde inschatting): teveel
Schade verloopt niet zoals verwacht, is minder	Gehandhaafd	Gaat niet zoals verwacht (verkeerde inschatting): te weinig
Schade verloopt niet zoals verwacht, is minder	Niet voldoende gehandhaafd (te weinig)	Gaat zoals verwacht
Schade verloopt niet zoals verwacht, is minder	Niet voldoende gehandhaafd (te weinig)	Gaat niet zoals verwacht (verkeerde inschatting): teveel
Schade verloopt niet zoals verwacht, is minder	Niet voldoende gehandhaafd (te weinig)	Gaat niet zoals verwacht (verkeerde inschatting): te weinig

Schade verloopt niet zoals verwacht, is groter

schade	maatregelen	compensatie
Schade verloopt niet zoals verwacht, is meer	Gehandhaafd	Gaat zoals verwacht
Schade verloopt niet zoals verwacht, is meer	Gehandhaafd	Gaat niet zoals verwacht (verkeerde inschatting): teveel
Schade verloopt niet zoals verwacht, is meer	Gehandhaafd	Gaat niet zoals verwacht (verkeerde inschatting): te weinig
Schade verloopt niet zoals verwacht, is meer	Niet voldoende gehandhaafd	Gaat zoals verwacht (te weinig)
Schade verloopt niet zoals verwacht, is meer	Niet voldoende gehandhaafd (te weinig)	Gaat niet zoals verwacht (verkeerde inschatting): teveel
Schade verloopt niet zoals verwacht, is meer	Niet voldoende gehandhaafd (te weinig)	Gaat niet zoals verwacht (verkeerde inschatting): te weinig



16.7 Hypothesen lijst

Ter compensatie van de aanleg van MVII worden in de Voordelta twee typen maatregelen uitgevoerd: Het instellen van een zeebodemreservaat en het instellen van rustgebieden.

Om te controleren of de verplichte compensatie na loop van tijd geslaagd is, zijn er een aantal hypothesen opgesteld die in het synthese rapport behandeld zijn.

Voordat de hypothesen opgesteld konden worden zijn er eerst een aantal aannames geformuleerd:

1. De visserij beperkende maatregelen verbeteren de kwaliteit van het bodemleven en daarmee het gehele ecosysteem
2. Door het beperken van de bodemberoerende activiteiten in het Zeereservaat zal er een 10% kwaliteitsverbetering plaatsvinden in termen van biomassa en diversiteit.
3. Het effect van verlies van 2,4% aan foerageergebied van de Grote Stern en het Visdiefje is significant
4. Het combineren van het verbeteren van de voedselsituatie en het garanderen van voldoende rust heeft het meeste rendement in termen van 'natuurwinst'

Vervolgens zijn de hypothesen opgesteld:

1. Door visserijbeperkende maatregelen (zoals deze beschreven staan in paragraaf 12.3.4) in te stellen, wordt een negatief effect op de voedselvoorziening als gevolg van de aanleg van MVII tegengegaan.
2. Doordat er minder bodemberoerende activiteiten in een gebied aanwezig zijn zal de r/K ratio richting de K verschuiven (richting de 0), wat een teken is van een stabiel milieu.

3. Door het garanderen van voldoende voedsel blijft het aantal broedparen van de Visdief en de Grote Stern in stand.

4. Door het instellen van rustgebieden hebben de te compenseren soorten (Zwarte Zee-eend en Grote Stern) voldoende rust om het voedsel dat vrijkomt door de beperking van bodemberoerende visserij te eten.

5. Door het instellen van de Hinderplaat als rustgebied krijgt de Eidereend voldoende rust om te kunnen foerageren.

6. Door rust op de platen van de Bollen van de Ooster te garanderen kunnen de jongen van de Grote Stern dichterbij het foerageergebied komen ('kindercreche') en kunnen ze efficiënter gevoed worden.

7. Door rust op de platen van de Bollen van de Ooster en de Bollen van het Nieuwe zand te creëren krijgen de Zwarte Zee-eenden voldoende rust om de verbeterde voedselvoorraad (door de bodemberoerende maatregelen) te kunnen consumeren

8. Door het instellen van Het Brouwenhavense Gat (aandachtsgebied 5) als rustgebied (in de winter) wordt de gunstige staat van instandhouding van de Roodkeelduiker en de Kuifduiker niet in gevaar gebracht.





16.8 Audit bijeenkomst over habitatype 1110

Verslag bijeenkomst Maatregelen Zeereservaat tav habitatype 1110; 14 september 2006

Locatie: Zalencentrum Babylon

Aanwezig: Norbert Dankers (IMARES), Steven Degraer (Universiteit Gent), Herman Hummel (NIOO-CEME), Maarten Kuijper (WL-Delft), Marc Lavaleije (NIOZ), Johan Thissen (ministerie LNV), Wim Wolff (universiteit Groningen, emeritaat), Bas Hoogeboom (PMR), René Bol, Richard Eertman (vz), Cor Berrevoets, Belinda Kater, Sarah Marx (vs) en Ria van der Helm (vs), allen RIKZ.

Afgemeld: Floor Heinis (ecologisch adviesbureau)

Introductie

Richard Eertman begint de dag met iedereen welkom te heten en alvast te bedanken voor hun komst en inzet voor vandaag. Hij stelt zichzelf voor en wat zijn rol vandaag zal zijn. De meeste aanwezigen kennen elkaar van eerdere samenwerking en behoeven geen introductie. Daarna geeft Richard het woord aan René Bol, als projectleider PMR voor RIKZ.

Toelichting van de bijeenkomst

René Bol geeft het kader aan van de (deel)opdracht die RWS-RIKZ vanuit PMR-DGTL uitvoert. Daarnaast geeft hij de processen van PMR aan die parallel lopen aan de opdracht van RIKZ. Het voorliggende rapport is een concept zoals iedereen begrepen heeft, en de vraag is of RIKZ het rapport op een goede manier samenstelt en de juiste argumenten gebruikt voor toekomstig gebruik van het Zeereservaat/ Voordelta. Naast het schrijven van het rapport wordt door DGTL in samenwerking met directie Noordzee van Rijkswaterstaat gewerkt aan een beheerplan. Daarnaast wordt er door het Havenbedrijf Rotterdam NV een MER opgesteld voor de aanleg en een MER voor de bestemming voor de Tweede Maasvlakte en is het Havenbedrijf ook bezig met een Passende Beoordeling bij de Natuurbeschermingswet voor een vergunningaan-

vraag. Hoewel het beter zou zijn als de processen chronologisch zouden verlopen, omdat de output van het ene product/proces, de input is voor het volgende product/proces, is wachten niet acceptabel. Vandaar dat de compensatieopgave van april 2006 als uitgangspunt genomen wordt voor het schrijven van het rapport en is vandaag bedoeld om te toetsen of dit op een correcte manier gebeurt. René Bol geeft ook aan dat bodemberoerende activiteiten (visserij) vandaag niet aan de orde komen, deels omdat dit niet de opdracht aan RIKZ is, en deels omdat deze discussie elders al is gevoerd. Daarna geeft hij het woord aan Belinda Kater, lid van het projectteam PMR-RIKZ. Zij zal de uitwerkingen ten aanzien van habitatype 1110 toelichten en daarna gelegenheid geven tot het stellen van vragen.

Presentatie Belinda Kater over habitatype 1110

Belinda Kater laat zien waar de Tweede Maasvlakte wordt gebouwd, als uitbreiding van de haven bij Rotterdam en hoe zich dit verhoudt tot de gehele Voordelta met haar Natura2000-gebieden. De aanleg van de Tweede Maasvlakte heeft effect op het natuurgebied en daarvoor is een Milieu Effect-Rapportage (MER) vereist en een vergunningaanvraag. De aanleg heeft een significant effect op het habitatype 1110, op de Grote Stern en op de Zwarte Zee-eend. Deze zijn daarom opgenomen in de compensatieopgave. Volgens de Europese richtlijnen moet er nieuwe natuur worden aangelegd, maar dat is niet haalbaar, vandaar dat er voor het alternatief van een Zeereservaat is gekozen, waarin door maatregelen te treffen, de compensatie plaats kan vinden. Dit voorstel is goedgekeurd door de Europese Unie. De maatregelen zullen vooral effect hebben op de visserij en de recreatie sector. Visserij omdat dat over het algemeen bodemberoerende activiteiten betreffen die schade aanrichten aan het habitatype 1110. Habitatype 1110 wordt (voorlopig) gedefinieerd als zandbanken die permanent met zeewater van geringe dieptes overstroomd zijn, inclusief bijbehorende ecologische waarden. De schade die de visserij aanricht aan de bodem, heeft als gevolg dat er minder voedsel voorradig is voor vissen en vogels. Recreatie in toenemende mate,





verstoort de gebieden waar vogels fourageren, broeden en rusten. Daar waar vroeger vogels kwamen, heeft nu de mens het gebied bezet, weliswaar niet het hele jaar door, maar genoeg om de vogels weg te jagen. Met name het kitesurfen is in toenemende mate populair.

Het zoekgebied in de Voordelta reikt tot de 3-mijls zone in zee.

De definitie van habitatype 1110 is nog niet geconcretiseerd en wordt voorlopig beschreven aan de hand van indicatoren. Bodemdieren met als indicatoren biomassa, diversiteit en dichtheid is de meest voor de hand liggende manier om kwaliteit te kunnen typeren. Voor vissen is dit een stuk lastiger en wegen de kosten waarschijnlijk niet op tegen de metingen. De vogels zijn verdeeld in drie functionele groepen met ieder twee soorten als voorbeeld, waaronder de Grote Stern en Zwarte Zee-eend.

In deze opzet zijn primaire productie en zeehonden niet meegenomen; primaire productie omdat die niet in de MER zijn opgenomen en het lastig is om Voordeltabreed een beeld van te krijgen; zeehonden worden ook niet in de MER opgenomen en zijn niet gebonden aan habitatype 1110.

1e ronde korte reacties

Het is een heel interessant, helder en uitgebreid rapport maar duidelijk nog niet af.

De keuze voor de indicatoren biomassa, dichtheid en diversiteit voor bodemdieren is goed, zolang het niet uitdraait op alleen maar biomassa. Daarnaast wordt biomassa niet doorvertaald naar vissen en wel naar vogels en dat is niet correct. Vissen zijn ook heel belangrijk en zij zijn net zo goed en net zo makkelijk te meten als bodemdieren.

De habitat is momenteel al in een slechte staat (van instandhouding), en als deze staat als Nulmeting is bepaald, is dat geen goede zaak. De habitat zou eerst op orde moeten zijn en de oorspronkelijke organismen zouden bekend moeten zijn, voordat je kunt gaan meten, om aan de hand daarvan de compensatie te bepalen.

Het gebruik van de Shannon Wiener index is een keuze, maar er zijn er meer, en waarschijnlijk beter bruikbaar.

Het herstel is te optimistisch ingeschat en er wordt voorbijgegaan aan het daadwerkelijke effect dat de visserij op het gebied heeft.

Deze benadering geeft het gevoel dat we tien jaar terug in de tijd stappen ten aanzien van graadmeters, informatie en rapportages. Er is recenter (studie)materiaal voorhanden.

Verbazing dat bij het bestuderen van vogels met modellen gewerkt wordt en vooraf geëndiceerde soorten, terwijl dat bij benthos niet gedaan wordt. Ook bij benthos zou met vooraf geëndiceerde soorten gewerkt kunnen worden. Voor vissen geldt hetzelfde, maar daar zou ook naar leeftijdsopbouw, kraamkamerfunctie en diversiteit in verschillende gebieden gekeken kunnen worden.

Er is veel variatie in de deelgebieden, hoe ga je daarmee om?

De definitie van kwaliteit ontbreekt nog en hoe de drie genoemde indicatoren daarin passen.

Conclusies kunnen gebaseerd zijn op onjuiste hypothesen en aannamen. (Hoe ga je hiermee om?)

Vraag 1: Vindt u het gerechtvaardigd dat de volgende groep van indicatoren geen deel uitmaken van de beschrijving van de kwaliteit van het habitatype 1110

- Primaire productie: niet in MER, lastig om

Voordeltabreed beeld van te krijgen

- Zeehonden: niet in MER, niet gebonden aan habitatype 1110 (maar 1140)

Verstoring en baggeren hebben een negatief effect op de primaire productie. Dit is heel moeilijk te meten omdat de fluctuaties groot zijn. Er kan een aantal uren later een heel andere samenstelling zijn. Waarden en criteria die binnen zo'n klein gebied gesteld worden, zijn lastig te monitoren omdat het op een te klein schaalniveau gebeurt.

De zeehond en de primaire productie zijn in de standaard MWTL metingen meegenomen, dus is de vraag of het zinvol is om het extra mee te nemen.

De zeehond wordt wel integraal meegenomen in de metingen en op 1 ± 2 stations wordt waterkwaliteit (p.p.) gemeten. (De kust- en zeevogels worden intensiever gemeten dan standaard MWTL.)

De conclusie hier is dat de gekozen groepen indicatoren geen bezwaar opleveren, mits de bodemdieren goed gedefinieerd worden.





Vraag 2: Benthos wordt gekenmerkt door drie indicatoren: biomassa, dichtheid en diversiteit. Is dit voldoende om de kwaliteit te beschrijven voor deze groep?

De vraag is of een verbetering van 10% een reëel en hard uitgangspunt is.

Het begrip diversiteit zou anders geformuleerd moeten worden en anders berekend. De Shannon index is maar één optie, er zijn ook nog Evenness en Richness. En het voorstel om een aantal kernsoorten voor schelpdieren te nemen en die te monitoren, maar wel soorten die kenmerkend zijn voor deze habitat. Alleen naar biomassa kijken kan een vertekend beeld opleveren, omdat sommige soorten geconcentreerd zitten op een kleine plek en niet evenredig verspreid over het hele gebied. Om een goed beeld te krijgen is het niet alleen noodzakelijk om meer jaren te meten, maar ook om referentiegebieden mee te meten. In dit geval ligt er één ten noorden en één ten zuiden van het Zeereservaat, en dat is goed gekozen. Daarnaast zal een toets en ijk-beleid vastgelegd moeten worden, zodat je over tien jaar weet hoe en waarom bepaalde zaken gemeten werden. Alleen is vergelijking met de Nulmeting niet altijd relevant, doordat je ook weleens een slechter of beter jaar kunt hebben, zonder dat daar invloed op uitgeoefend kan worden.

Conclusie: er zijn nog meer manieren om met diversiteit en biomassa om te gaan, zoals het opnemen van kernsoorten in de meting en de keuze voor het gebruik van een andere index berekening. Daarnaast zijn er aanvullende parameters genoemd en de suggestie om een meerjaren meting uit te voeren.

Vraag 3: Vind u het terecht dat er in de effectenmeting minder tot geen inspanning naar vissen uit zal gaan?

In het rapport wordt veel aandacht geschonken aan vogels en veel minder aan vissen, terwijl toch beide door externe factoren gestuurd worden, ook schaalgrootte. Afhankelijk van de maatregel is er wel degelijk effect te meten, maar dan moeten de metingen wel het hele jaar door gedaan worden.

Echter hier kunnen naast seizoensfluctuaties ook jaarlijks grote fluctuaties optreden, waardoor interpretaties van metingen lastig zijn.

Maar stel dat je al die vissen gaat meten en er is geen statistisch verschil in de loop der jaren; dan zou de conclusie worden getrokken dat visserij geen effect heeft, en het sluiten van de visserij niet geholpen heeft; dat zou een conclusie kunnen zijn. Daar moet je echter mee oppassen. Het ontbreken van significante verschillen kan echter te wijten zijn aan bijvoorbeeld de te beperkte onderzoekopzet. Ook is het mogelijk dat de garnalenvisserij en visserij met kleine vaartuigen zo verstoort, dat herstel tot op heden nog niet mogelijk was. Als garnalenvisserij blijft, schaadt dit de bodemdieren. Daarnaast kan het onderzoek op een verkeerde manier zijn opgezet, zodat er verkeerde conclusies getrokken kunnen worden.

Dit betekent opnieuw focussen op een aantal soorten; of de kraamkamer kan profiteren als visserij verboden wordt. Je moet dus kijken naar soorten waarbij je iets verwacht, hierdoor zou je ook veel gericht in bepaalde periodes kunnen meten. Maar dan moet de visserij (lees garnalenvisserij) die dáár effect op heeft weg uit het desbetreffende gebied.

Conclusie: vergelijk resultaten van andere studies (bijv. Mike Kaiser) en andere gebieden. Maar ook al zet je een monitoringsysteem op, dan nog kunnen er de verkeerde conclusies aan verbonden worden. Maar als het alternatief is helemaal niet meten, dan is dat een slecht alternatief.

Vraag 4: De vogels van habitattype 1110 zijn gedefinieerd aan de hand van drie functionele groepen. Vervolgens worden per groep twee voorbeelden gekozen en uitgewerkt. Vanuit de effecten op deze voorbeeldsoorten wordt het maatregelenpakket vervolgens afgeleid. Vindt u deze aanpak gerechtvaardigd?

De vraag is of deze vogels typisch habitattype 1110 gerelateerd zijn. Daarbij zijn het Natura2000 soorten en niet uitwisselbaar met een andere soort, zoals *spisula* en *ensis* wel zijn. Als het een integrerend rapport is, dan horen de





Natura2000 doelstellingen in het rapport, zoals bij dit rapport het geval is. Anders zou het in een apart rapport gezet moeten worden.

Het is meer de vraag of dit de juiste soorten zijn. Logischerwijs neem je relevante soorten die ook praktisch uitvoerbaar zijn, en dan is zes een voldoende aantal. Dan moet het wel duidelijk zijn dat vogels goede kwaliteitsindicatoren zijn.

Alleen zijn vogels geen betere indicatoren dan vissen, maar wel goed meetbaar. Daarbij zijn het top-predatoren, waardoor je veranderingen kunt waarnemen die lager in de voedselketen plaatsvinden. Voor vissen zou je je ook tot een paar soorten kunnen beperken, want je moet ook maatregelen treffen voor soorten waar je een bijzondere waarde aan hecht. En als je iets verwacht van een specifieke soort, is het resultaat waarschijnlijk ook makkelijker te meten.

Zijn de doelen goed vastgesteld? 10% meer biomassa, 10% meer diversiteit, anders? En hoe bepaal je of je je doelen gehaald hebt?

Conclusie: als deze vogels goede kwaliteitsindicatoren zijn, habitatype1110 gerelateerd en binnen de Natura2000 doelstelling vallen, is dit een goede benadering. Maar deze vraag zou je niet alleen voor vogels moeten stellen, maar ook voor vissen en benthos.

De aanpak is gerechtvaardigd, doch de conclusies zijn niet juist.

Overige discussiepunten, conclusies

De term Zeereservaat wordt niet terecht bevonden, dan zou er helemaal geen grootschalige schadelijke activiteit meer mogen plaatsvinden (garnalenvisserij, schelpdiervisserij. Compensatiegebied is hier een betere benaming, maar doordat het woord Zeereservaat al 'ingeburgerd' is, blijft de term gehandhaafd. Norbert Dankers is het daar niet mee eens. Daarbij is het van belang dat de definiëring van de compensatieopgave heel duidelijk en goed vastgelegd wordt, niet multi-interpretabel is.

Met de voorgenomen maatregelen bereik je makkelijk 10% verbetering van de biomassa aan bodemdieren, maar het gebied is en blijft zodanig aangetast, dat er geen sprake kan zijn van daad-

werkelijke verbeteringen (wordt niet door iedereen beaamd)

Het begrip kwaliteitsverbetering is door de deelnemers anders gelezen dan door RIKZ is toegelicht. RIKZ geeft aan alleen te compenseren voor doelsoorten, terwijl de auditleden aangeven dat zij dit ruimer zien, namelijk kwaliteitsverbetering in algemene zin. Dat betekent dat er ook andere soorten bij kunnen komen.

Cijfers in tabellen zeggen nog niet zoveel, de interpretatie van die tabellen zegt veel meer.

Regulering en handhaafbaarheid van recreatie en visserij zal hoog op de agenda moeten komen.

Ook al was de visserij geen onderwerp van gesprek vandaag, toch wordt dit regelmatig aangehaald. Als er gekeken wordt naar het aantal vissers blijkt dit om een gering aantal te gaan, terwijl als je er maatregelen voor wilt treffen of wilt reguleren, dit aantal ineens beduidend hoger ligt. De regulering voor vissersboten met een bepaald vermogen wordt ook ter discussie gesteld, omdat de mogelijkheid open blijft dat schepen met een gering vermogen blijven vissen. Er is geen zekerheid dat deze vloot niet uitgebreid mag worden.

In de Imares rapportage is geconcludeerd dat schelpdiervisserij maar geringe effecten heeft en daardoor mogelijk kan blijven. Deze conclusie is gebaseerd op onderzoek in een periode waarin nauwelijks schelpdiervisserij uitgeoefend werd, dus dan kan er makkelijk de conclusie getrokken worden dat het nauwelijks effect sorteert, terwijl als er in de toekomst meer gevestigd wordt, dit uiteraard veel meer effect zal hebben. Maar blijkbaar is er al een regeling dat de intensiteit van het huidige gebruik niet mag stijgen.

De experimenten tav garnalenvisserij en zeehonden die in het rapport benoemd worden, zijn niet goed doordacht. Voor de garnalenvisserij is dit te statisch en te beperkt opgezet. Voor de zeehonden geeft het meer praktische problemen. De bestudering van de verstoring van zeehonden hoeft waarschijnlijk niet in de Voordelta plaats te vinden. Dit kan ook op een andere, vergelijkbare locatie. Alleen wordt dat lastig binnen Nederland, omdat hier bijna alle gebieden waar zeehonden zitten al een beschermde status hebben. Als opties worden de





Engelse kust (the Wash) en de buurt van Hamburg genoemd. Binnen deze vergadering wordt aangegeven dat er geen relatie is tussen toename of afname van de ene soort ten aanzien van toename of afname van een andere soort.

De begrenzing van de rustgebieden op grond van mogelijke morfologische ontwikkelingen wordt ruim genomen. De noodzaak van de bufferbegrenzing wordt discutabel geacht, maar via de wet kan dit blijkbaar redelijk snel aangepast worden. Bovendien wordt er elke zes jaar geëvalueerd en kan er desgewenst bijgesteld worden.

Afsluiting en vervolg

René en Richard bedanken alle aanwezigen voor hun inzet, suggesties en kritiek. De aandachtspunten en conclusies van vandaag zullen meegenomen worden bij de voortgang van het schrijven van het rapport. Van deze bijeenkomst zal een verslag gemaakt worden en voorgelegd worden aan de aanwezigen. Het goedgekeurde verslag zal als bijlage bij het rapport gevoegd worden, evenals de namen van de deelnemers aan deze bijeenkomst.

16.9 Audit bijeenkomst over Rustgebieden

Verslag bijeenkomst Maatregelen Zeereservaat tav Rustgebieden; 14 september 2006

Locatie: Zalencentrum Babylon

Aanwezig: Henk Baptist (ecologisch adviesbureau), Bruno Ens (SOVON), Mardik Leopold (IMARES), Eric Stienen (INBO), Norman van Swelm (ST. Ornithologisch Station Voorne), Wim Wolff (universiteit Groningen, emeritaat), Bas Hoogeboom (PMR), René Bol, Richard Eertman (vz), Cor Berrevoets, Belinda Kater, Sarah Marx (vs) en Ria van der Helm (vs), allen RIKZ.

Afgemeld: Erika van den Bergh (INBO), maar wel schriftelijk commentaar aangeleverd, en Floor Heinen (ecologisch adviesbureau).

Introductie

Richard Eertman begint de dag met iedereen welkom te heten en alvast te bedanken voor hun komst en inzet voor vandaag. Hij stelt zichzelf voor en wat zijn rol vandaag zal zijn. De meeste aanwezigen kennen elkaar van eerdere samenwerking en behoeven geen introductie. Daarna geeft Richard het woord aan René Bol, als projectleider PMR voor RIKZ.

Toelichting van de bijeenkomst

René Bol geeft het kader aan van de (deel)opdracht die RWS-RIKZ vanuit PMR-DGTL uitvoert. Daarnaast geeft hij de processen van PMR aan die parallel lopen aan de opdracht van RIKZ. Het voorliggende rapport is een concept zoals iedereen begrepen heeft, en de vraag is of RIKZ het rapport op een goede manier samenstelt en de juiste argumenten gebruikt voor toekomstig gebruik van het Zeereservaat/ Voordelta. Naast het schrijven van het rapport wordt door DGTL in samenwerking met directie Noordzee van Rijkswaterstaat gewerkt aan een beheerplan. Daarnaast wordt er door het Havenbedrijf Rotterdam NV een MER opgesteld voor de aanleg en een MER voor de bestemming voor de Tweede Maasvlakte en is het Havenbedrijf ook bezig met een Passende Beoordeling bij de Natuurbeschermingswet voor een vergunningaanvraag. Hoewel het beter zou zijn als de processen chronologisch zouden verlopen, omdat de output van het ene product/proces, de input is voor het volgende product/proces, is wachten niet acceptabel. Vandaar dat de compensatieopgave van april 2006 als uitgangspunt genomen wordt voor het schrijven van het rapport en is vandaag bedoeld om te toetsen of dit op een correcte manier gebeurt. René Bol geeft ook aan dat bodemberoerende activiteiten (visserij) vandaag niet aan de orde komen, deels omdat dit niet de opdracht aan RIKZ is, en deels omdat deze discussie elders al is gevoerd. Daarna geeft hij het woord aan Cor Berrevoets, lid van het projectteam PMR-RIKZ. Hij zal de uitwerkingen ten aanzien van in te stellen Rustgebieden toelichten en daarna gelegenheid geven tot het stellen van vragen.





Presentatie Cor Berrevoets over in te stellen Rustgebieden

Cor Berrevoets start met de aanleiding voor compensatie, namelijk de aanleg van de Tweede Maasvlakte. De aanleg zal een negatief natuureffect hebben, o.a. voor vogels. Om dat te compenseren wordt het Zeereservaat ingesteld, en de middag zal de discussie gaan over het instellen van rustgebieden voor vogels en de consequenties daarvan voor visserij en recreatie. De rustgebieden worden zodanig ingericht en gereguleerd dat de vogels uit de compensatieopgave hier weer willen zitten. In dit geval gaat het om de Grote Stern en de Zwarte Zee-eend. De te treffen maatregelen moeten haalbaar, realistisch, duurzaam en handhaafbaar zijn. De maatregelen moeten voldoende natuurwinst opleveren en rekening houden met de huidige gebruikers.

Hiervoor is een monitoringsprogramma opgesteld. Om te weten wat er voor natuur verloor gaat, moet er eerst een schets van de huidige situatie gemaakt worden, alvorens maatregelen te formuleren. Hiervoor zijn van 2004 tot 2006 metingen verricht, niet alleen in het in te stellen gebied, maar ook daarbuiten. De metingen betroffen bodemmorfolgie (slib), bodemfauna, vissen, kust- en zeevogels (intensiever dan MWTL) en gebruiksvormen (gebruik van het gebied).

Bij de begrenzing van de rustgebieden is gekeken naar de verstoringafstand. Voor groepen vogels is die op 500 meter gesteld, minimale verstoringafstand, en voor de ligplaatsen voor zeehonden op 1200 meter. Daarnaast is rekening gehouden met de te verwachte morfologische ontwikkelingen. Deze begrenzing is in eerste instantie voor een periode van ongeveer zes jaar, omdat ook het beheerplan dan geëvalueerd wordt.

Het eerste rustgebied, de Hinderplaat, ligt het meest noordelijk en bevindt zich in de monding van de Haringvliet. Dit gebied is van belang voor Eidereenen en zeehonden. Hier gaat de kam niet helemaal onder water.

Het tweede rustgebied, de Bollen van de Ooster, ligt iets zuidelijker, en is te vinden in de monding van de Grevelingen. Dit gebied is van belang voor zwarte Zee-eenden, Eidereenen en zeehonden.

Dit gebied blijft bij gemiddeld tij droog. Er is veel gebruik, met name door kitesurfers en kanoërs. Mardik vraagt of hier winst te behalen valt? Het derde rustgebied, de Bollen van het nieuwe Zand, ligt het meest zuidelijk en is te vinden in de overgang van de monding van de Grevelingen naar de Oosterschelde. Hier gaat het om de zwarte Zee-eend.

1e ronde korte reacties

Het panel krijgt maar één bouwsteen van het geheel ter beoordeling voorgelegd en kan dit dus niet plaatsen in een groter geheel. De inhoud van het beheerplan en van de compensatieopgave moeten we maar aannemen. Daarbij neemt PMR aannamen van het Havenbedrijf zonder meer over, zoals wel of geen significantie van effecten en het bepalen van de compensatieopgave.

De voorgestelde rustgebieden worden volop gebruikt door/voor recreatie, is dit in de praktijk te handhaven? Is het niet logischer een stap terug te doen en meer aan te passen aan het huidig gebruik, zodat ook de handhaving soepel kan verlopen? Is met het maken van de overzichtskaarten van de afgelopen jaren voor vogels niet ongemerkt de factor verstoring geïntegreerd?

Voor de grote Stern wordt gewoon aangenomen dat compensatie in de vorm van een rustgebied de juiste oplossing is, maar voor deze vogel is het meer van belang om de vliegafstand naar foerageergebieden niet groter te maken. Door een nieuw broedgebied aan te bieden dat dicht bij de foerageergebieden ligt, wordt er werkelijk gecompenseerd en is de slaagkans 100%. De vliegvlugge jongen gebruiken de platen maar heel kort als rustgebied (ongeveer een week), waardoor compensatiemaatregelen in de rustgebieden maar een zeer beperkt effect hebben.

Daarbij kan door de aanleg van een nieuwe broedplaats het effect kwantitatief gemeten worden. Voor de zwarte Zee-eend is voedsel het grootste probleem en niet de verstoring. Van deze soort is hun rustgedrag niet eens bekend, maar is het veel aannemelijker dat ze verdwijnen doordat de visserij hun voedsel wegvangt. Door de aanleg van de Tweede Maasvlakte verdwijnt er 5% van het





voedselgebied voor de zwarte Zee-eend. De tijd heeft geleerd dat de zwarte Zee-eend elk jaar op een andere plek zit, afhankelijk van voedselbeschikbaarheid, morfologische ontwikkeling en gebruik derden. Gebruik derden wordt niet door iedereen gedeeld, de vogels zitten er ondanks de verstoring toch, aldus Henk Baptist. De Nulmetingen zijn momentopnamen en geven waarschijnlijk een verkeerd beeld. Zwarte Zee-eenden willen elk jaar op een andere plek zitten, maar worden nu in een keurslijf gestopt, terwijl recreatie wel een sector in ontwikkeling is en groeit. Als toevallig op een plek voedsel is waar recreatie is toegestaan, kan de zwarte Zee-eend daar geen gebruik van maken.

De overheid heeft aangegeven dat de kokkelvisserij tijdelijk is, maar als het gebied hersteld is, mogen ze weer van voren af aan beginnen, en worden de banken weer weggevist.

Daarnaast kan achteruitgang ook natuurlijke oorzaken hebben, zoals een erg natte periode waardoor verzoeting optreedt (minder Haring) of juist een koude periode in mei, waardoor vogels naar zee trekken, weg van hun nesten (lager broedsucces).

De Roodkeelduiker en de Visdief worden gemist in de compensatieopgave. Omdat hier een paar maanden geleden nog intensief over gediscussieerd werd en nu niet ter sprake wordt gebracht, wordt de vraag gesteld of de recreatie die slag al gewonnen heeft.

Maar de compensatieopgave is nog niet definitief en wordt opgesteld door het Havenbedrijf Rotterdam NV.

Tellingen kunnen verkeerde data opleveren; echt meten is realistischer in de kolonie, door te kijken naar de broedbiologie, te weten overleven, broedsucces en opgroeien.

De doelstelling van het RIKZ is dat het gebied niet slechter mag worden, terwijl de aanwezigen vinden dat het ook beter mag worden.

Het voorbeeld wordt gegeven om een broedeiland te maken, er grote webcams op te zetten en er een educatief programma voor te ontwikkelen zodat dat zichtbaar is voor het publiek en de slaagkans 100% zal zijn.

Voor visserij is een vergunning nodig, en waar al een vergunning is afgegeven kan er niet nog een andere vergunning overheen gegeven worden. Recreatie is te beperken door het instellen van rustgebieden, voor de rechter is het niet te doen om elk jaar een ander gebied tot rustgebied uit te roepen. Er moet duidelijkheid zijn (juist voor de burger). Hoe is het wettelijk geregeld met wat onder het beheerplan en wat onder de compensatieopgave valt?

Vraag 1: Is de gepresenteerde methode voor de selectie en begrenzing van de rustgebieden (paragraaf 13.3) logisch gezien de compensatieopgave voor de Zwarte Zee-eend en Grote Stern?

Naar aanleiding van de eerste discussieronde is nu de vraag eigenlijk of het instellen van rustgebieden wel gerechtvaardigd is. De vogels zijn niet plekgebonden. De maatregel wordt sympathiek gevonden, doch de motivering is niet sterk.

De (begrenzing van de) rustgebieden is tot stand gekomen door samenvoeging van informatie van het Havenbedrijf, een modelstudie van RIVO naar vislarven en de morfologische veranderingen. Rustgebieden instellen waar al rust is, levert geen winst op.

Rustgebied instellen als vervanging van verlies van voedsel is geen logische redenering. Daarbij hebben er nu al veranderingen plaatsgevonden in de bodem en de Maasvlakte is nog niet aangelegd, dus hoe kan die aanleg nu al gecompenseerd worden?

Beperking van de visserij is een logischer en effectievere maatregel. Hoewel alleen een toename van biomassa met 10% niet de oplossing is voor de vogels.

Er ontbreekt resultaat van onderzoek naar impact recreatie op gebieden waar deze vogels zitten. (voor andere soorten is die informatie er wel) Evenmin is er onderzoek gedaan naar het gedrag van de vogels 's nachts. Er is wel onderzocht hoe het gedrag van deze vogels is in vergelijkbare gebieden zoals de Waddenzee, en daar blijken ze niet op dezelfde plek te foerageren als te rusten. Handhaving. Iedereen maakt zich zorgen of de in te





stellen rustgebieden wel handhaafbaar zijn, maar geeft ook meteen aan dat handhaving hier heel belangrijk is en noodzakelijk wordt geacht.

Conclusie: de noodzaak voor het instellen van rustgebieden blijft nog even een vraagteken. Voor de toekomst is het misschien nuttig om te kijken naar Rui-rustgebieden tijdens de zomerperiodes. Handhaving zal een intensief traject worden. Belangrijk is wel dat handhaving zichtbaar is.

Vraag 2: Vind u het gerechtvaardigd dat het instellen van rustgebieden als maatregel, zich richt op de verbetering van kwaliteit van het leefgebied van de soorten zonder daarin kwantitatief een doel te benoemen?

Hier gaat iedereen mee akkoord, en is eigenlijk bij de vorige vraag al beantwoord.

Voor de Stern is rustgebied wel belangrijk, de Bollen van de Ooster is echter niet hoog genoeg voor de Stern.

Conclusie: ja, zie ook antwoord op vorige vraag

Vraag 3: Bieden de vorm, grootte en positie van de rustgebieden zonder andere maatregelen naar uw mening voldoende garantie voor het behalen van de compensatieopgave voor deze soorten?

De kwestie is niet of dit voldoende garanties biedt, maar hoe het juridisch geregeld kan worden. Daarnaast hebben we geen betere keus. Op basis van aanname dat je een kwaliteitsverbetering toebrengt, is dit geaccordeerd door EU.

Conclusie: De locatie van het rustgebied is wel een verstandige keuze, maar het biedt geen garanties.

Vraag 4: Zou deze compensatieopgave ook behaald kunnen worden door het uitsluitend beperken van de bodemberoerende visserij in het gebied?

Binnen deze bijeenkomst wordt gesteld dat beperking niet voldoende is, maar dat de visserij helemaal uitgesloten moet worden. Deze conclusie wordt getrokken op basis van de formulering in het rapport. (versie 01 september), met uitzondering van

Wim Wollf.

Voorstel is om een gebied te vinden waar visserij eruit kan, zodat het gebied de kans heeft om te herstellen en dan te bekijken of het werkt. Maar het is wettelijk verboden om de visserij te verplaatsen.

Conclusie: Nee, deze maatregel is niet afdoende om de compensatieopgave te halen.

Vraag 5: Zijn er alternatieve maatregelen denkbaar die minder ingrijpend zijn voor de gebruikers van het gebied?

Zoals al eerder aangegeven zou het aanleggen van een broedkolonie een beter effect sorteren, maar de vraag is wat er met de huidige broedkolonies gebeurt als dit gerealiseerd wordt.

De huidige broedkolonies liggen allemaal bin-dendijks, een broedkolonie op/aan zee is een meer natuurlijk broedgebied en dat zal kwaliteitsverbetering opleveren. Bovendien vergroot je het broedsucces als je de broedkolonie dicht bij het voedselgebied aanlegt. Daarbij is het verstandig om kokmeeuwen als lokvogel te gebruiken voor het aantrekken van sterns en het gebied niet te groot te maken, anders trekt dat zilvermeeuwen en mantelmeeuwen aan, en dat werkt juist averechts op de aanwezigheid van de Stern. Echter meeuwen zijn geen beschermde soort, en er wordt geen broedkolonie vernietigd, dus hoeft er ook niet gecompenseerd te worden. [De bescherming van meeuwen is geregeld in de flora- en faunawetgeving en loopt niet via de compensatieopgave, red.]

Er is in het verleden al eens een broedkolonie aangelegd voor de Maasvlakte, maar dat is niet duurzaam gebleken.

Conclusie: toch een herkansing op het aanleggen van een broedkolonie, maar dan wel duurzaam.





Overige discussiepunten, conclusies

Er worden nog wat mogelijkheden genoemd waar gebieden ingericht kunnen worden voor de vogels. Bijvoorbeeld de mogelijkheid om de 750 hectare-recreatiegebied die gecompenseerd moet worden door de aanleg van de Tweede Maasvlakte als rustgebied in te richten. Maar blijkbaar is dit gebied al toegezegd aan recreatie, en levert dit geen herstel op voor de habitat. Daarnaast ziet het Havenbedrijf de dreiging dat als zij begint met het storten van zand, de vogels daar meteen gebruik van zullen maken en er alsnog een compensatieopgave voor volgt.

De optie om de voortplanting van zandspiering te beïnvloeden, omdat dat goed zou zijn voor de aanwezigheid voor sterns, maar dan zou de garnalen-visserij eruit moeten, omdat zij de bodem omwoelen en daardoor de eieren die de zandspiering op de bodem legt, kapotmaakt. Als dit zou lukken, is er geen nieuw broedgebied nodig.

Er wordt nog geconstateerd dat er geen populatie-onderzoek wordt uitgevoerd voor vissen, terwijl dat wel wenselijk is, maar dat is in de ochtendsessie al weerlegt.

Als laatste optie is nog ingrijpen in de morfologie genoemd; leidammen, ontgrondingskuil, luwe zone, aanleg slufte/slikken...

Conclusies:

Voor de Stern is het voorgestelde rustgebied alleen niet voldoende, maar met aanvulling voor broedgebied zal de compensatieopgave wel gehaald worden.

Voor de zwarte Zee-eend is als aanvullende maatregel het zeker stellen van voedsel noodzakelijk, dat betekent beperking van de visserij. De voorgestelde rustgebieden alleen, leveren geen bijdrage aan de compensatieopgave.

Afsluiting en vervolg

René en Richard bedanken alle aanwezigen voor hun inzet, suggesties en kritiek. De aandachtspunten en conclusies van vandaag zullen meegenomen worden bij de voortgang van het schrijven van het rapport. Van deze bijeenkomst zal een verslag gemaakt worden en voorgelegd worden aan de

aanwezigen. Het goedgekeurde verslag zal als bijlage bij het rapport gevoegd worden, evenals de namen van de deelnemers aan deze bijeenkomst.

Actie: Op de vraag van de aanwezigen geeft Bas Hoogeboom aan dat het rapport van MarinX op de website komt, en dat alle deelnemers van vandaag een exemplaar krijgen toegezonden.





Megaribbels © Joost Bergsma





Colofon

Uitgegeven door

Rijkswaterstaat Rijksinstituut voor Kust en Zee, Den Haag

In opdracht van

Project Mainportontwikkeling Rotterdam (PMR), ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat Generaal Transport en Luchtvaart (DGTL)

Aanbevolen citatie

Rijkswaterstaat, 2007. Natuurcompensatie Maasvlakte Twee in de Voordelta. De inzet van kennis over de ecologie en morfologie van de Voordelta om het maatregelenpakket ter compensatie van de natuureffecten van de Tweede Maasvlakte te verantwoorden. Rapport RIKZ 2007.006

Uitgevoerd door

Belinda Kater, Joost Bergsma, René Bol, Luca van Duren, Joris Geurts van Kessel, Ria van der Helm, Moniek Löffler, Sarah Marx, Bianca Peters, Annemiek Roeling, Patricia Schouten, Pieter van Vessum, Steven Voest.

Tekstuele redactie

Lilian Withagen, Ria van der Helm.

Interne kwaliteitsborging

Cor Berrevoets, Johan Craeymeersch, Peter Meininger, Marcel van der Tol, Paddy Walker.

Externe kwaliteitsborging

Auditcommissie, bijlage 16.6 en 16.7.

Grafische realisatie

Mariël Lam Grafisch Ontwerp BNO, 's-Hertogenbosch.

Disclaimer

Aan de totstandkoming van deze uitgave is de uiterste zorg besteed. Voor informatie die nochtans onvolledig of onjuist is opgenomen, aanvaarden auteur(s), redactie en uitgever geen aansprakelijkheid. Voor eventuele verbetering van de opgenomen gegevens houden zij zich gaarne aanbevolen. Verder gebruik van de in deze uitgave gegenereerde data valt niet onder de verantwoordelijkheid van de uitgever.

