Deltares

Enabling Delta Life

PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta
Deel A: Jaarrapport 2010 en midterm evaluatie

Deltares

PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta

Deel A: Jaarrapport 2010 en midterm evaluatie

dr. T.C. Prins
dr. ir. A.R. Boon
ir. H. Holzhauer
drs. G.H. van der Kolff

1200672-000

© Deltares, 2011

Deltares

Titel
PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta

Opdrachtgever	**Project**	**Kenmerk**
Rijkswaterstaat Waterdienst	1200672-000	1200672-000-ZKS-0024

Trefwoorden
Monitoring Natuurcompensatie Tweede Maasvlakte, Voordelta, benthos, vis, zwarte zee-eend, visdief, grote stern, abiotiek, gebruik

Samenvatting
Het kabinet heeft in 2006 in een planologische kernbeslissing een besluit genomen over het Project Mainportontwikkeling Rotterdam (PMR). Onderdeel hiervan is de aanleg van de Tweede Maasvlakte, een nieuw haven- en industriegebied. De aanleg en aanwezigheid hiervan hebben mogelijk significante negatieve effecten op beschermde natuurwaarden in de Voordelta. Op grond van de Natuurbeschermingswet 1998 zijn hiervoor compensatiemaatregelen opgesteld. In het kader van dit project wordt het effect van de compensatiemaatregelen 5 jaar gemonitoord en vervolgens geëvalueerd aan de hand van evaluatievragen. Begin juli 2009 is het Plan van Aanpak PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta vastgesteld; medio 2010 is het Jaarrapport 2009 verschenen

Het Jaarrapport 2010 PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta bestaat uit twee delen.

- Deel A van de Jaarrapportage 2010 geeft een beschrijving van de meetinspanning, gericht op een eerste tussentijdse evaluatie van het monitoringprogramma.
  De hoofdvragen van het Monitoring - en Evaluatieprogramma Maasvlakte 2 - Natuurcompensatie Voordelta (kortweg de MEP vragen) worden beantwoord op basis van een beperkt aantal te toetsen indicatoren. Het complexe natuurlijke systeem in de Voordelta is daartoe vereenvoudigd weergegeven in effectketens. De MEP vragen kunnen aan de hand van de effectketens worden opgesplitst in onderliggende deelvragen. Beantwoording hiervan leidt tot beantwoording van de evaluatievragen. De invloed van autonome ontwikkelingen binnen en buiten het gebied en andere menselijke actviteiten worden als externe factoren in de effectketens meegenomen.
  Naast eerste resultaten worden per MEP vraag aanbevelingen gegeven voor het vervolg van het monitoringprogramma.

- Deel B van het Jaarrapport 2010 bevat de rapportages van de vijf percelen: benthos, vis, vogels, abiotiek en gebruik. Hierin wordt verslag gedaan van het onderzoek dat in 2010 is uitgevoerd en worden resultaten gepresenteerd van onderzoek uit 2009 die pas in 2010 beschikbaar zijn gekomen.

Referenties
RWS-WD/Zaak 31019691 / 4500143146

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	apr 2011	dr. T.C. Prins		prof. dr. J. Dronkers		ir. T. Schilperoort	

Inhoud

1 Inleiding 3
1.1 Projectkader PMR 3
1.2 Doel monitoring Natuurcompensatie Voordelta 4
1.3 Compensatiemaatregelen 4
1.4 Organisatie 7
1.5 Uitvoering van de monitoring 2009-2013 8
1.6 Opzet Jaarrapportage 2010 9

2 Monitoring van de Natuurcompensatie Voordelta 11
2.1 De Voordelta, een dynamisch gebied 11
2.2 De verwachte effecten van Maasvlakte 2 en de compensatiemaatregelen 12
2.3 Evaluatievragen (volgens het MEP) 13
2.3.1 Beantwoording van de evaluatievragen 15
2.4 Evaluatievragen in perspectief: effectketens nader uitgewerkt 16
2.5 Integratie percelen: het belang van samenhang 20
2.6 Datamanagement 23
2.7 Referenties 24

3 MEP vraag 1: Compensatie verlies Habitattype H1110 27
3.1 Inleiding 27
3.1.1 Habitattype H1110 29
3.1.2 Typische soorten H1110 29
3.1.3 Beschermde soorten 31
3.2 De compensatiemaatregel 31
3.3 Ontwikkeling H1110: Evaluatievraag 1c 33
3.3.1 Biomassa bodemdieren 33
3.3.2 Voedsel voor beschermde soorten 41
3.3.3 Voedsel voor typische soorten 50
3.4 Effecten van de maatregel (instellen bodembeschermingsgebied) en andere factoren: Evaluatievraag 1d 51
3.4.1 Maatregel: Instelling bodembeschermingsgebied (M2) 52
3.4.2 Effecten van gebruik (B1) 53
3.4.3 Effecten van abiotische omstandigheden (B2) 57
3.5 Discussie 57
3.6 Referenties 59

4 MEP vraag 2: Zwarte zee-eend 61
4.1 Inleiding 61
4.2 De maatregel 62
4.3 Verspreidingspatroon en vogeldagen: evaluatievragen 2b1 en 2c1 63
4.4 Bodembeschermingsgebied: evaluatievraag 2b2 66
4.4.1 Instelling bodembeschermingsgebied (M2) 66
4.4.2 Effect voedselaanbod op de zwarte zee-eend (Z2) 66
4.5 Rustgebieden: evaluatievraag 2c2 67
4.5.1 Instellen rustgebieden (M1) 67
4.5.2 Effect instellen rustgebieden op de zwarte zee-eend (Z1b) 68
4.6 Effect abiotische omstandigheden (Z3) 70

4.7 Effect externe factoren (Z4) 70
4.8 Discussie 71
4.8.1 Integratie van gebruikspatronen 71
4.8.2 Integratie van voedselgegevens 72
4.8.3 Integratie van abiotische gegevens 72
4.8.4 Integratie van externe factoren 73
4.8.5 Voorlopige conclusies 73
4.9 Referenties 73

5 MEP vraag 3 en 4: Grote stern en visdief 75
5.1 Inleiding 75
5.2 De maatregel 76
5.3 Voedselfunctie van het bodembeschermingsgebied: Evaluatievraag 3/4b 77
5.3.1 Instelling Bodembeschermingsgebied (M2) 77
5.3.2 Verspreidingspatroon en vogeldagen sterns: evaluatievraag 3/4b1 77
5.3.3 Effect voedselaanbod voor de sterns: evaluatievraag 3/4b2 82
5.4 Rustgebieden: evaluatievraag 3/4c 84
5.4.1 Instellen rustgebied (M1) 84
5.4.2 Effect instellen rustgebied (V1/G1) 84
5.5 Effecten van overige factoren 87
5.5.1 Effecten abiotische omstandigheden 87
5.5.2 Effecten externe factoren 87
5.5.3 Effect externe populatiedynamica 88
5.6 Discussie 88
5.7 Referenties 88

6 Discussie en aanbevelingen voor het monitoringprogramma 91
6.1 Inleiding 91
6.2 Commentaar Audit Commissie op jaarrapport 2009 92
6.3 Evaluatie van het monitoringprogramma 93
6.4 MEP vraag 1: Compensatie verlies Habitat H1110 93
6.4.1 Gevolgde aanpak en gegevensanalyse 93
6.4.2 Eerste resultaten 95
6.4.3 Aanbevelingen voor het monitoringprogramma 97
6.4.4 Doorkijk naar komende jaren 99
6.5 MEP vraag 2: Zwarte zee-eend 100
6.5.1 Gevolgde aanpak en gegevensanalyse 101
6.5.2 Eerste resultaten 102
6.5.3 Aanbevelingen voor het monitoringprogramma 103
6.5.4 Doorkijk naar komende jaren 104
6.6 MEP vraag 3 en 4: Grote stern en visdief 105
6.6.1 Gevolgde aanpak en gegevensanalyse 105
6.6.2 Eerste resultaten 107
6.6.3 Aanbevelingen voor het monitoringprogramma 108
6.6.4 Doorkijk naar komende jaren 109
6.7 Slotbeschouwing 110
6.8 Referenties 111

1 Inleiding

Voor u ligt de jaarrapportage 2010 van het project PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta, dat Deltares in opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst uitvoert. Om de effecten van de aanleg van de Tweede Maasvlakte op de natuurwaarden in de Voordelta te compenseren is een aantal maatregelen getroffen. Door middel van monitoring zal worden onderzocht of de maatregelen leiden tot de beoogde compensatie.

Deltares heeft de effectmetingen in een Europese aanbesteding gegund aan een consortium van: IMARES, CSO, Arcadis/Alkyon, Bureau Waardenburg, INBO en NIOO-CEME. IMARES is trekker van het consortium.

In 2004-2007 is de uitgangssituatie - referentiesituatie - vastgelegd door het uitvoeren van nulmetingen. De effectmetingen van de compensatiemaatregelen zelf zijn begonnen in 2009 en hebben een doorlooptijd van vijf jaar (2009-2013).
De metingen zijn onderverdeeld in 5 percelen:

1 Benthos
2 Vis
3 Vogels
4 Abiotiek
5 Gebruik.

In het onderstaande wordt ingegaan op het kader waarbinnen het monitoringproject wordt uitgevoerd en worden het onderzoeksgebied en de compensatiemaatregelen in meer detail beschreven. Vervolgens worden de verantwoordelijkheden geschetst van de verschillende partijen die in het PMR-programma een rol spelen.

1.1 Projectkader PMR

Het kabinet heeft in 2006 in een planologische kernbeslissing een besluit genomen over het Project Mainportontwikkeling Rotterdam (PMR), een pakket maatregelen dat:

- de mainport Rotterdam versterkt door het ruimtetekort voor haven- en industriële activiteiten dat in het Rotterdamse havengebied is gesignaleerd op te lossen;
- de kwaliteit van de leefomgeving in Rijnmond verbetert door de mogelijkheden te benutten die het oplossen van het ruimtetekort biedt.

De aanleg van de Tweede Maasvlakte, een nieuw haven- en industriegebied, en de bijbehorende natuurcompensatie, is een van de drie deelprojecten van PMR. De andere deelprojecten betreffen de aanleg van 750 hectare natuur- en recreatiegebied en een serie projecten onder de noemer Bestaand Rotterdams Gebied, met als doel het bestaande havengebied intensiever te benutten en de kwaliteit van de leefomgeving in Rijnmond te verbeteren.

De betrokken overheidspartijen hebben afgesproken om de monitoring en evaluatie van de drie PMR-deelprojecten op een eenduidige en gestructureerde manier vorm te geven, door middel van een serie Monitoring en Evaluatie Programma's (MEP's), met een vergelijkbare aanpak en opzet die leiden tot een aantal op elkaar aansluitende rapportages. Hiermee wordt bereikt dat zowel over delen als over het grotere geheel van PMR en de Tweede Maasvlakte op een eenduidige wijze kan worden gerapporteerd.

1.2 Doel monitoring Natuurcompensatie Voordelta

De Tweede Maasvlakte wordt aangelegd in de Voordelta, een natuurgebied dat is aangewezen als Natura 2000-gebied, waarbinnen bescherming geldt voor kenmerkende leefgebieden en soorten. Omdat de aanleg van de Tweede Maasvlakte significante effecten op beschermde natuur kan veroorzaken, is hiervoor compensatie verplicht op grond van de Natuurbeschermingswet 1998. De compensatiemaatregelen betreffen het met Toegangsbeperkingsbesluiten instellen van een bodembeschermingsgebied en een aantal rustgebieden voor vogels (zwarte zee-eend, grote stern, visdief) daarbinnen. De effecten van de compensatiemaatregelen moeten worden gemonitoord.
Het doel van de monitoring natuurcompensatie Voordelta is om daadwerkelijk optredende (positieve) effecten van de getroffen compenserende maatregelen te kunnen bepalen. Tevens dient het plan om te kunnen vaststellen of de maatregelen voldoende compensatie bieden voor de daadwerkelijk optredende significante negatieve effecten van de aanleg van de Tweede Maasvlakte op de Voordelta. In het monitoringproject wordt een groot aantal monitoringactiviteiten uitgevoerd, die plaats vinden in het bodembeschermingsgebied en de rustgebieden, en daarnaast in een aantal geselecteerde referentiegebieden, zowel binnen als buiten de Voordelta. Nulmetingen die als referentie zullen dienen, hebben in de periode 2004-2007 al plaatsgevonden.

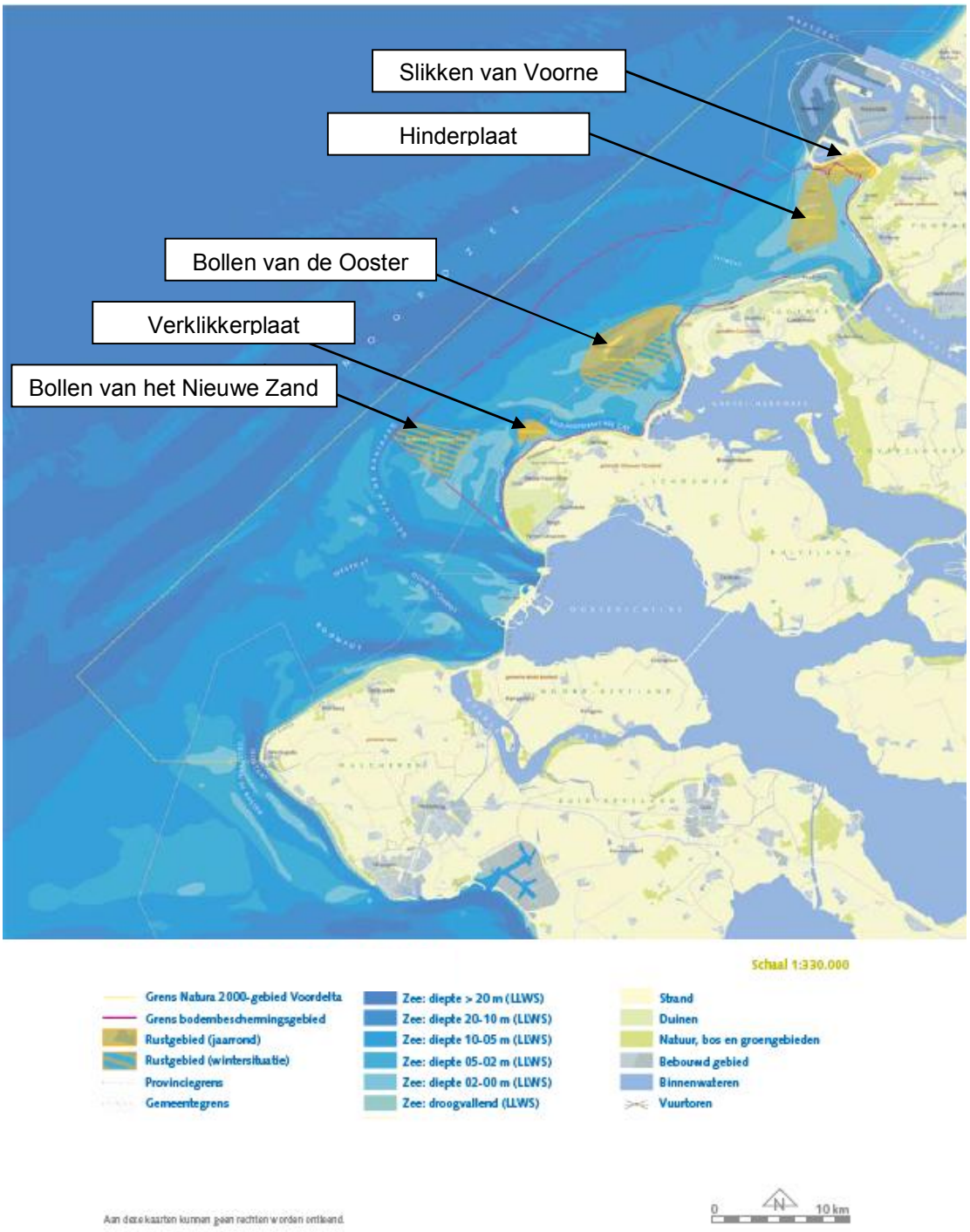
> In het PMR-jargon is er een subtiel, maar belangrijk, onderscheid tussen aanleg van de Tweede Maasvlakte in de zin van het (tijdelijke) proces van het aanleggen (zand opzuigen, vervoeren, elders opspuiten etc.) en het resultaat van het aanleggen, namelijk de aanwezigheid van de aangelegde Tweede Maasvlakte. De monitoring en evaluatie beschreven in deze rapportage, monitoring Natuurcompensatie Voordelta, heeft betrekking op het resultaat van de aanleg; de monitoring en evaluatie van het proces van de aanleg wordt beschreven in het MEP Aanleg dat door Havenbedrijf Rotterdam is opgesteld en door de (toenmalige) minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit is goedgekeurd.

1.3 Compensatiemaatregelen

De Voordelta is een uitloper van de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta in de kustzone van de Noordzee en strekt zich uit van Walcheren tot aan de Nieuwe Waterweg. De Voordelta omvat een verzameling van geulen, ondieptes en zandbanken, met een divers bodemleven. Het gebied vormt de habitat van vissen, vogels en zeezoogdieren en is een gebied van economische waarde. Het Natura 2000-gebied Voordelta is in 2008 aangewezen in het kader van zowel de Vogel- als de Habitatrichtlijn en heeft een oppervlak van ca 92000 ha.
Het grootste deel van de Voordelta wordt in het kader van Natura 2000 gekarakteriseerd als Habitattype H1110. Dit habitattype omvat ondiepe delen van zeeën met zandbanken die permanent onder water staan; de waterdiepte bedraagt zelden meer dan 20 m. Het type is van groot belang vanwege de biomassa en diversiteit aan diersoorten, waaronder wormen, kreeftachtigen en schelpdieren. Deze vormen een belangrijke voedselbron voor vissen, zeevogels en zeezoogdieren.

Het MEP gaat ervan uit dat:
1) Als gevolg van de aanleg van de Tweede Maasvlakte 2455 hectare van habitattype H1110 verloren gaat;
2) Compensatie kan worden geboden door kwaliteitsverbetering van 10% in een bodembeschermingsgebied met een omvang van minimaal 24.550 hectare. Immers, door een kwaliteitsverbetering van 10% te realiseren in een gebied dat 10 maal zo groot is als het

gebied dat verloren gaat, kan 100% compensatie bereikt worden. De kwaliteitsverbetering wordt getoetst aan de hand van een aantal evaluatievragen beschreven in hoofdstuk 2.



Figuur 1.1 Kaart waarop aangegeven geografische ligging Voordelta, met begrenzing Natura 2000-gebied (gele lijn), bodembeschermingsgebied (rode lijn) en rustgebieden (oranje).

Teneinde de significante negatieve effecten van de aanleg van de Tweede Maasvlakte op de beschermde natuurlijke kenmerken van de Voordelta, te compenseren, heeft de minister van LNV in juni 2008 op grond van de Natuurbeschermingswet 1998 de volgende maatregelen getroffen (Figuur 1.1). In een drietal Toegangsbeperkingsbesluiten zijn binnen het Natura 2000-gebied Voordelta een bodembeschermingsgebied en een aantal rustgebieden aangewezen. Sommige rustgebieden in de Voordelta zijn ingesteld ten behoeve van de compensatie van de Tweede Maasvlakte en hebben als doel het bodembeschermingsgebied als foerageergebied te kunnen benutten. Andere zijn ingesteld vanuit Natura 2000-doeleinden of een combinatie van beide (Tabel 1.1).

Tabel 1.1 Oppervlak en functie van de rustgebieden in relatie tot het Bodembeschermingsgebied en het Natura 2000-gebied de Voordelta.

	Oppervlak (ha)	Functie Natura 2000	Toegevoegde functie Natuurcompensatie Tweede Maasvlakte
Voordelta	92.271		
Bodembeschermingsgebied	24.550		
Rustgebied totaal (zomer / winter)	3.590 / 6.090		
- Hinderplaat	1.250	rustgebied gewone zeehond, rust-en fourageergebied eidereend	rustgebied grote stern, visdief
- Bollen van de Ooster	1.550 / 2.740	rustgebied gewone zeehond	rustgebied zwarte zee-eend, grote stern
- Bollen van het Nieuwe Zand	- / 1.310	-	rustgebied zwarte zee-eend
- Slikken van Voorne	550	rustgebied steltlopers, eenden	-
- Verklikkerplaat	240	rustgebied gewone zeehond	-

In het bodembeschermingsgebied gelden beperkingen voor vormen van visserij die de zeebodem verstoren. Dit betreft de boomkorvisserij zwaarder dan 260 pk. In de rustgebieden geldt een verbod op, of beperking van, vormen van visserij en recreatie die zeehonden en vogels verstoren (Tabel 1.2).

Tabel 1.2 Overzicht van activiteiten die wel, niet of beperkt toegestaan zijn in de Voordelta, het Bodembeschermingsgebied en de verschillende rustgebieden(ref. Natura 2000-beheerplan Voordelta, juli 2008; Toegangsbeperkingsbesluiten Ministerie LNV, DRZ 2008-2213-1, 2, 3).

Activiteit	Voordelta	Bodem beschermingsgebied	Rustgebieden				
			Hinderplaat	Bollen van de Ooster*	Bollen van de Nieuwe Zand**	Slikken van Voorne	Verklikkerplaat
Recreatie							
Kite-, wind- en golfsurfen							
Kite-buggyen		nvt					
Overige extreme strandsporten		nvt					
Zeilen, snelle recreatievaart, sportvisserij							
Duiken			nvt				
Kanoen							
Plaatbezoek							
Strandgebruik (wandelen, paardrijden, zwemmen)		nvt	nvt	nvt	nvt		
Strandpaviljoens, strandhuisjes, reddingsposten		nvt	nvt	nvt	nvt		nvt
Visserij							
Boomkorvisserij > 260 pk							
Sleepnetvisserij <260 pk							
Garnalenvisserij							
Schelpdiervisserij							
Bordenvisserij							
Visserij met korven en fuiken							
Visserij met staand want en zegen							
Mosselzaadinvanginstallaties							
Beheer en Onderhoud							
Strand- en vooroeversuppleties			nvt				
Beheer badstranden			nvt				
Periodiek onderhoud kustverdediging			nvt				
Baggeren Slijkgat en Springersdiep	nvt		nvt				
Verspreiden baggerspecie idem			nvt				
Markering en onderhoud door RWS							
Monitoring							
Bestrijding rampen, calamiteiten							
Overige							
Onderhoud kabels en leidingen							
Beroepsvaart							
Gemotoriseerde en ongemotoriseerde luchtvaart							
Militaire vliegactiviteiten							
Overige militaire activiteiten							
Tot ontploffing brengen van munitie							
Schelpenwinning							
Lozing koelwater elektriciteitscentrale Maasvlakte			nvt				

* Het rustgebied Bollen van de Ooster is in de zomer kleiner dan in de winter

** Het rustgebied Bollen van de Nieuwe Zand is in de zomer "gewoon" bodembeschermingsgebied

Vier categorieen van activiteiten:

	Toegestaan en vrijgesteld van vergunningsplicht
	Beperkt toegestaan: 1.) vrijgesteld van vergunningsplicht en toegestaan onder voorwaarden die zijn vastgelegd in het Beheerplan 2.) niet vrijgesteld van vergunningsplicht; van geval tot geval wordt bekeken of de activiteit is toegestaan, en zo ja, of er een vergunning nodig is
	Niet toegestaan

1.4 Organisatie

Het Rijk, Havenbedrijf Rotterdam (HbR), gemeente Rotterdam, Stadsregio en provincie Zuid-Holland hebben hun taakverdeling en afspraken voor de ontwikkeling van de PMR-deelprojecten vastgelegd in het Bestuursakkoord (25 juni 2004) en Uitwerkingsovereenkomsten (2 september 2005).

In het Bestuursakkoord en Uitwerkingsovereenkomsten gaat het uitsluitend om de rol van het Rijk met betrekking tot het project en dus niet om het Rijk als aandeelhouder in het HbR. Als aandeelhouder is het Rijk gehouden het ondernemingsbelang in het oog te houden, terwijl vanuit projectperspectief de beheersing van het project binnen de afgesproken kaders voorop staat. Binnen de rijksoverheid worden deze rollen en verantwoordelijkheden helder onderscheiden.

In het te hanteren sturingsmodel stelt het Rijk zich, onder strikte voorwaarden en waarborgen van de bestuurlijke partners, op grotere afstand van het project op dan wanneer sprake zou zijn van een direct opdrachtgeverschap (bv bij Betuweroute en HSL). De verdeling van verantwoordelijkheden tussen Rijk en uitvoerende partijen is in het sturingsmodel als volgt geregeld:

- De uitvoerende partijen, het HbR, de provincie Zuid-Holland en de gemeente Rotterdam zijn respectievelijk verantwoordelijk voor de aanleg van de Tweede Maasvlakte, dragen zorg voor de ontwikkeling van 750 hectare natuur- en recreatiegebied en zijn verantwoordelijk voor de uitvoering van het deelproject Bestaand Rotterdams Gebied. Conform de afspraken dragen zij de risico's die aan de uitvoering van deze deelprojecten zijn verbonden.
- Het Rijk ziet bij de uitvoering van de deelprojecten toe op de naleving van de afspraken zoals beschreven in de PKB en het daarop gebaseerde toetskader. Het Rijk heeft bij de uitvoering geen sturende rol of verantwoordelijkheid anders dan de verantwoordelijkheden als aandeelhouder van het HbR en als Bevoegd Gezag.
- Het Rijk is verantwoordelijk voor de uitvoering van de natuurcompensatie.

(Ref. Min. VenW: Basisrapportage project Mainportontwikkeling Rotterdam, september 2006).

Van belang daarbij is dat HbR vergunninghouder is van de Nb-wet vergunning en daardoor de verplichting heeft aan het Ministerie van LNV te rapporteren over effecten van Maasvlakte 2 en de effecten van de compenserende maatregelen. De input voor het deel van de rapportage dat betrekking heeft op de effecten van de compenserende maatregelen, wordt geleverd door het Rijk. Eén en ander conform de in het MEP Natuurcompensatie Voordelta genoemde evaluatievragen (zie § 2.3).

Namens het Rijk draagt het Ministerie van Verkeer en Waterstaat zorg voor het opstarten en uitvoeren van de compensatiemonitoring. De uitvoering van deze taak ligt bij Rijkswaterstaat, Waterdienst.

1.5 Uitvoering van de monitoring 2009-2013

Na de opdrachtverlening op 19 maart 2009 van Waterdienst aan Deltares voor begeleiding van de compensatiemonitoring en uitvoering van de geïntegreerde monitoringevaluatie, heeft Deltares op 10 juni 2009 de overeenkomst gesloten met het consortium van IMARES/CSO voor de uitvoering van het monitoringplan Natuurcompensatie Voordelta.
De aanpak voor de monitoring van de natuurcompensatie in de Voordelta heeft een lang traject doorgemaakt van ideevorming en inpassing in financieel bestuurlijke kaders. De basis wordt gevormd door het rapport "Natuurcompensatie Maasvlakte Twee in de Voordelta" (RIKZ 2007). Dat rapport had tot doel "…het inhoudelijk onderbouwen van de maatregelen die in het kader van het in te stellen zeereservaat [thans bodembeschermingsgebied genoemd] genomen moeten worden, om de negatieve effecten van de aanleg van de Tweede Maasvlakte op de beschermde natuurwaarden in de Voordelta te compenseren."
De uitvraag voor het uitvoeren van een monitoringprogramma is beschreven in een Schedule of Requirements (SoR) en heeft na een Europese aanbesteding geresulteerd in een opdracht aan het meest geschikte consortium. Parallel aan dit proces heeft het overkoepelend proces plaats gevonden voor het opstellen van (uniforme) Monitoring en Evaluatieprogramma's (MEP). Het winnende consortium neemt de nader gespecificeerde vragen van het MEP Natuurcompensatie Voordelta als uitgangspunt.

Op 20 juli 2009 heeft Deltares de definitieve versie van het Plan van Aanpak PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta aan de Waterdienst aangeboden.

Het Plan van Aanpak bestaat uit twee delen. Deel B beschrijft in uitvoeringsplannen de gebruikte methoden en de wijze van uitvoering van de compensatiemonitoring binnen de percelen benthos, vis, vogels, abiotiek en gebruik (Heessen en Jak, 2009). Deel A beschrijft de samenhang en integratie van de verschillende percelen, met het oog op een integrale beantwoording van de evaluatievragen (Holzhauer & Prins, 2009). Beide delen tezamen beschrijven hoe de MEP evaluatievragen beantwoord zullen worden aan de hand van het beschreven onderzoeksprogramma.

In 2009 is het monitoringprogramma van start gegaan, en is daarnaast gewerkt aan afstemming van het onderzoek op de vragen uit het MEP, en het stroomlijnen van de uitwisseling van data en informatie tussen de percelen. De eerste rapportage geeft een overzicht van de inhoudelijke voortgang die eind 2009 was bereikt (Van der Kolff et al., 2010). In 2010 is toegewerkt naar het uitvoeren van de eerste evaluatie. Doel van deze evaluatie is na te gaan in hoeverre het monitoringprogramma voldoet aan de verwachting dat op basis van de resultaten de evaluatievragen beantwoord kunnen worden.

Tussenevaluatie 2010
In de oorspronkelijke planning van het monitoringprogramma, zoals beschreven in het Schedule of Requirements, is uitgegaan van een monitoringprogramma van 6 jaar, in aansluiting op de beheerplanperiode van 2008-2013. Binnen die planning is voorzien in een tussenevaluatie na 3 jaar, in 2010. In werkelijkheid zijn de metingen pas van start gegaan in 2009. Dat betekent dat de tussenevaluatie, die in dit rapport wordt beschreven, slechts gebaseerd kan zijn op de gegevens uit de T_0 metingen en de op dit moment beschikbare gegevens uit de jaren 2009-2010. Daarbij moet worden aangetekend dat van de monitoring die in 2010 is uitgevoerd, nog niet alle resultaten geanalyseerd zijn (*zie deel B*).
Deze tussenevaluatie is als formeel moment gemarkeerd waarop beslissingen over bijstellingen in het monitoringprogramma genomen zouden kunnen worden. Vanwege het feit dat de tussenevaluatie slechts gebaseerd is op een beperkte aanvullende set van data (ten opzichte van de T_0), ligt het voor de hand dat naast de tussenevaluatie die nu gedaan wordt, ook in de volgende jaren een cyclus wordt doorlopen van monitoring, analyse, evaluatie en eventuele bijstelling van het monitoringprogramma. Op die manier wordt bereikt dat met het uitbreiden van de beschikbare data, en voortgaande analyse van de resultaten, het monitoringprogramma wordt geoptimaliseerd met als doel zo goed mogelijk tot een antwoord op de MEP vragen te komen.

Eindevaluatie 2013
De komende jaren 2011-2013 zal toegewerkt worden naar de eindevaluatie. In de eindevaluatie die in 2013 wordt opgesteld met alle dan beschikbare gegevens, zullen de evaluatievragen uit het MEP beantwoord dienen te worden door middel van integratie van de informatie uit alle percelen.

1.6 Opzet Jaarrapportage 2010

Conform het Plan van Aanpak bestaat ook de Jaarrapportage 2010 uit twee delen.

In Deel A van de Jaarrapportage 2010 wordt een beschrijving gegeven van de resultaten van de meetinspanning, gericht op een eerste evaluatie van het monitoringprogramma.
Hoofdstuk 2 gaat in op de dynamiek en complexiteit van de Voordelta en de verwachte effecten van de aanleg en aanwezigheid van de Tweede Maasvlakte. Daarnaast worden de verwachte effecten van de getroffen compensatiemaatregelen belicht. Vervolgens worden de hoofdvragen uit het MEP Natuurcompensatie Voordelta besproken en wordt aangegeven waarom zij niet op eenvoudige wijze beantwoord kunnen worden. Hiertoe wordt nader

ingegaan op de noodzaak van integratie van informatie uit de verschillende percelen, aan de hand van effectschema's die de onderlinge relaties binnen het complexe natuurlijke systeem in de Voordelta (vereenvoudigd) weergeven.
De hoofdstukken 3 tot en met 5 behandelen achtereenvolgens de MEP vragen 1 (Habitat H1110); 2 (zwarte zee-eend) en 3/4 (sterns) door de resultaten per perceel, zoals beschreven in Deel B, in samenhang te bekijken.
Hoofdstuk 6 tenslotte bespreekt de evaluatie van het monitoringprogramma.

In Deel B van de Jaarrapportage 2010 worden de onderzoeksopzet, de onderzoeks-uitvoering en de resultaten per perceel afzonderlijk en in meer detail gerapporteerd.

2 Monitoring van de Natuurcompensatie Voordelta

2.1 De Voordelta, een dynamisch gebied

De Voordelta bestaat uit ondiepe kustwateren voor de delta van Zuid-Holland en Zeeland. Het gebied wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van een gevarieerd en dynamisch milieu van kustwateren, intergetijdengebied (zandplaten en slikken) en stranden, die een relatief beschutte overgangszone vormen tussen de (voormalige) estuaria en de volle zee. Tijdens en na de afronding van de Deltawerken is dit gebied sterk veranderd. Er is een uitgebreid stelsel van droogvallende en dieper gelegen zandbanken ontstaan met daartussen diepere geulen. Deze morfologische veranderingsprocessen zijn nog steeds gaande en kunnen nog vele jaren in beslag nemen. Het ecosysteem zal zich in die periode navenant blijven aanpassen. Het gebied heeft een grote ecologische waarde, en is van belang voor vissen, vogels en zeezoogdieren.

De Voordelta is een open gebied dat onderhevig is aan een grote natuurlijke dynamiek. Het gebied wordt beïnvloed door getij- en golfwerking, door de aanvoer van water via het Kanaal en door de zoetwaterafvoeren van Schelde, Maas en Rijn. De organismen in de Voordelta maken vaak deel uit van populaties waarvan het voorkomen is gespreid over een groter gebied. Bodemdieren van ondiepe, zandige habitats als de kustzone van de Noordzee zijn van nature sterk dynamische gemeenschappen, die grote fluctuaties in soortensamenstelling en dichtheden vertonen onder invloed van recrutering, sterfte door abiotische factoren en predatie. Vissen gebruiken de Voordelta onder meer als broed- en kraamkamer en foerageergebied. De samenstelling en dichtheid van de visgemeenschap wordt niet alleen door lokale factoren bepaald, maar ook door de aanvoer van eieren en larven, die met de zeestroming worden getransporteerd vanuit paaigebieden elders, zoals de zuidelijke Noordzee of het Kanaal. Zeevogels die de Voordelta een deel van het jaar gebruiken als foerageergebied (zoals bijvoorbeeld de eidereend, zwarte zee-eend, roodkeelduiker) maken deel uit van een grotere, NW Europese populatie, die lokaal (op de schaal van een gebied als de Voordelta) sterke fluctuaties kan vertonen. Kustbroedvogels, die in de nabijheid broeden en de Voordelta als foerageergebied gebruiken, zoals de grote stern en de visdief, worden gekenmerkt door sterke veranderingen in plaats en omvang van broedkolonies. De zeehondenpopulatie in de Voordelta en de rest van het Deltagebied is in ontwikkeling en vertoont sterke uitwisseling met de populatie in het Waddengebied.

Samengevat, de Voordelta is een gebied met een grote natuurwaarde, maar met een zeer dynamische natuur. Grote jaarlijkse schommelingen in het voorkomen van soorten kunnen optreden, die slechts in beperkte mate worden veroorzaakt door oorzaken die in het gebied zelf zijn gelegen.

De Voordelta is ook een gebied dat gekenmerkt wordt door intensief menselijk gebruik. Recreatie, visserij en scheepvaart maken veel gebruik van het gebied. Van verschillende vormen van recreatie wordt nog een toename in gebruik verwacht (VenW, 2008). Dit betreft zowel recreatie-activiteiten die strandgebonden zijn of dicht onder de kust plaats vinden (bijv. kitesurfen) als activiteiten die verder op zee gebeuren (windsurfen, recreatievaart, sportvisserij). Visserij betreft vooral boomkorvisserij, garnalenvisserij en schelpdiervisserij. Volgens het Beheerplan Voordelta (VenW, 2008) wordt verwacht dat de boomkorvisserij en garnalenvisserij zullen afnemen, terwijl andere vormen van visserij (bordenvisserij, staand want, aquacultuur) zullen toenemen. Samengevat betekent dit dat in de gehele Voordelta veranderingen in de mate van verstoring door menselijke activiteiten te verwachten zijn, onafhankelijk van de genomen compensatiemaatregelen. Dit geldt bijvoorbeeld voor

verstoring van de zeebodem door de bodemberoerende visserij. Zowel in het bodembeschermingsgebied als in de rest van de Voordelta verandert de visserij, door een combinatie van het verbod op de boomkorvisserij >260 pk in het bodembeschermingsgebied en door autonome trends in de visserij in het gehele gebied. De compensatiemaatregelen die moeten leiden tot minder verstoring in de aangewezen rustgebieden sluiten niet uit dat in de rest van de Voordelta (buiten de rustgebieden) een toename van recreatief gebruik tot meer verstoring kan leiden.
Tot slot moet opgemerkt worden dat de activiteiten tijdens de aanleg van Maasvlakte 2 ook in de periode na het van kracht worden van de compensatiemaatregelen nog kunnen leiden tot verstoring.

2.2 De verwachte effecten van Maasvlakte 2 en de compensatiemaatregelen

Met de aanleg van Maasvlakte 2 gaat in totaal 2455 ha zandbanken en ondiepe zee (habitattype H1110) verloren. Enkele vogelsoorten (zwarte zee-eend, grote stern, visdief) zullen bovendien nadelige gevolgen ondervinden omdat de kwaliteit en omvang van hun foerageer- en rustgebied achteruitgaat. Deze effecten zijn beoordeeld als significant negatief effect (Heinis et al., 2007). Het beheerplan Voordelta bevat de maatregelen voor de compensatie van dit verlies aan natuurwaarden (VenW, 2008).
Aanvankelijk werd gedacht aan het instellen van een zeereservaat waarin vrijwel alle vormen van menselijk gebruik zouden worden verboden. Vanwege de grote maatschappelijke weerstand tegen dit voornemen is besloten tot de huidige maatregelen (instellen bodembeschermingsgebied en rustgebied), waarbij voldaan wordt aan de vereiste natuurcompensatie maar tegelijkertijd zo goed mogelijk rekening is gehouden met de belangen van recreatie, toerisme en visserij. In deze ‘Eco2-benadering’ ligt het primaat bij de natuur, en worden economische belangen optimaal ingepast, in goed gezamenlijk overleg en op basis van tijdig ingebrachte kennis van betrokken partijen (VenW, 2008).

Het doel van het bodembeschermingsgebied is de kwaliteit en de voedselproductie van de zeebodem in het beschermde gebied met ten minste 10% te verbeteren om de totale voedselproductie in elk geval op hetzelfde peil te houden als vóór de aanleg van Maasvlakte 2. Daardoor moet tevens de groei van bodemdieren en kleine vis, die het voedsel vormen voor beschermde vogels en zeehonden, verbeteren. Het uiteindelijke resultaat is een toename van het aantal soorten en de biomassa van bodemdieren, van de biomassa van typische vissoorten en van het voedsel voor bodemdieretende en visetende vogels (VenW, 2008).
Hoewel in de Voordelta ook andere vormen van bodemberoerende visserij voorkomen, wordt alleen de boomkorvisserij van schepen met een vermogen >260 pk in het bodembeschermingsgebied verboden. De boomkorvisserij voor schepen >300 pk was al verboden binnen de 12 mijls zone, en dus ook in het bodembeschermingsgebied. Door ook het resterende segment van de boomkorvisserij, voor schepen >260 pk, te verbieden, wordt in feite alle boomkorvisserij met zware vistuigen en gericht op platvis in het gebied verboden. Schepen met een vermogen < 260 pk kunnen dergelijke zware vistuigen niet voorttrekken.
De keuze voor het verbieden van boomkorvisserij van schepen met een vermogen >260 pk is gemaakt op basis van onderzoek (Rijnsdorp et al., 2006) waaruit is gebleken dat de zware boomkorvisserij het grootste effect heeft, en uitsluiting van deze visserij volgens modelvoorspellingen tot een verhoging van de bodemdierenbiomassa van 10-21% leidt. Dit is voldoende om 10% kwaliteitsverbetering te realiseren.
In het kader van de Natuurbalans 2008 is door het Planbureau voor de Leefomgeving een evaluatie uitgevoerd van de toepassing van de natuurbeschermingswetgeving in de besluitvorming rond de aanleg van Maasvlakte 2 (PBL, 2008). In die evaluatie wordt gewezen op onzekerheden rond het daadwerkelijk optreden van de 10% verbetering. Gewezen wordt

op het feit dat de biomassa in de Voordelta niet overal gelijk is en sterk varieert van jaar tot jaar, en de modelvoorspelling gebaseerd is op de aanwezige biomassa in 2004. Het model onderschat het effect van visserij in intensief beviste gebieden en overschat het effect in extensief beviste gebieden. Het model kent ook vrij grote onzekerheidsmarges, en is gebaseerd op aannames over de effecten van de garnalenvisserij, die ook een belangrijke vorm van bodemberoerende visserij is. De schelpdiervisserij varieert sterk in omvang van jaar tot jaar. De werkelijke schelpdiervisserij kan daardoor sterk afwijken van het gemiddelde waar in het model mee gerekend is. Doordat alleen de boomkorvisserij beperkt wordt en andere vormen van bodemvisserij niet, zal er geen gebied ontstaan met een volledig ongestoord bodemleven.
Het effect van de maatregelen op hogere groepen in de voedselketen, zoals vogels en vissen, is moeilijk te kwantificeren en dat is ook niet gebeurd. Door het PBL (2008) wordt eveneens gewezen op het feit dat herstel van biomassa mogelijk niet even snel verloopt als afname, wat vooral geldt voor langlevende soorten.
Naast het effect op biomassa bodemdieren, wordt ook een verhoging van de soortenrijkdom verwacht. Hoe groot dit effect zal zijn, wordt echter niet gekwantificeerd in Rijnsdorp et al. (2006). Hierbij moet opgemerkt worden dat de compensatiemaatregel zich richt op verhoging van de bodemdierenbiomassa, en dat verhoging van de soortenrijkdom geen onderdeel is van de compensatieopgave.

Ten aanzien van het instellen van rustgebieden, wordt door het PBL (2008) nog opgemerkt dat de precieze begrenzing van de rustgebieden voor de zwarte zee-eend mogelijk niet optimaal is, omdat grote aantallen zwarte zee-eenden ook buiten het rustgebied voorkomen, en bovendien de rustgebieden niet geheel vrij blijven van verstoring. Ook wordt gewezen op de onzekerheid over de verstoringsafstand.
Voor sterns geldt dat de compensatiemaatregel gunstig is vanaf het moment dat de vogels hun jongen mee kunnen nemen naar het rustgebied.

2.3 Evaluatievragen (volgens het MEP)

Het “Monitoring- en EvaluatieProgramma Maasvlakte 2 – Natuurcompensatie Voordelta”, kortweg MEP Natuurcompensatie Voordelta (VenW, 2009) beschrijft het monitoring- en evaluatieprogramma rond de uitvoering van de maatregelen voor natuurcompensatie bij de aanleg van de Tweede Maasvlakte, en sluit aan bij het onderdeel natuur van het MEP Aanleg, dat is gericht op het proces van de aanleg. Het doel van het MEP Natuurcompensatie Voordelta is om door middel van een systematische aanpak te evalueren of er voldoende wordt gecompenseerd voor de significante negatieve effecten van het resultaat van de aanleg, de aanwezigheid van de Tweede Maasvlakte op de natuurwaarden in de Voordelta.
In het MEP Natuurcompensatie Voordelta zijn de evaluatievragen en bijbehorende onderliggende vragen geformuleerd, die zijn afgeleid van de in de Passende Beoordeling voorspelde effecten van de Tweede Maasvlakte en de resultaten van onderzoek naar de effecten van de compenserende maatregelen. Voor de interpretatie van de resultaten van de compensatiemaatregelen is de beantwoording van de evaluatievragen uit het MEP sturend.

De hoofdvragen in het MEP Natuurcompensatie Voordelta, die van belang zijn voor de compensatiemonitoring in het hier gerapporteerde onderzoek, zijn:

1) Wordt het verlies aan habitattype H1110 als gevolg van de aanleg van Maasvlakte 2 voldoende gecompenseerd?

2) Wordt het verlies aan foerageergebied van de zwarte zee-eend als gevolg van de aanleg en het gebruik van Maasvlakte 2 voldoende gecompenseerd?

3) Wordt het verlies aan foerageergebied van de grote stern als gevolg van het ruimtebeslag en het gebruik van Maasvlakte 2 voldoende gecompenseerd?

4) Wordt het verlies aan foerageergebied van de visdief als gevolg van het ruimtebeslag en het gebruik van Maasvlakte 2 voldoende gecompenseerd?

De hoofdvragen en de onderliggende subvragen worden verder uitgewerkt in de hoofdstukken 3 tot en met 5. Sommige subvragen van de evaluatievragen (1a, 1b, 2a, 3a en 4a) hebben betrekking op het aantonen van de negatieve effecten van het proces van de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Dit geschiedt in de rapportage van het onderzoeksprogramma van MEP Aanleg. Aangezien deze vragen niet ingaan op de compensatie, worden zij in het voorliggende rapport niet verder uitgewerkt.

Het monitoringprogramma is opgezet op basis van de best beschikbare kennis, onder meer gebaseerd op de ervaringen uit metingen in de periode voor aanleg van Maasvlakte 2 (de T_0 periode). Deze kennis is vastgelegd in RIKZ (2007) en diverse rapporten over de T_0 metingen, en heeft geleid tot een Schedule of Requirements op basis waarvan de aanbesteding voor de monitoring is gedaan. In hoeverre effecten van de compensatiemaatregelen vastgesteld kunnen worden, hangt af van de variabiliteit in de te compenseren natuurwaarden (zie § 2.1), de omvang van het effect van de maatregel (zie § 2.2), de nauwkeurigheid waarmee de oorspronkelijke situatie is vastgelegd, de beschikbaarheid van goede referentiegebieden en de meetinspanning tijdens de effectmonitoring.
Voor wat betreft de T_0 metingen kan geconcludeerd worden dat deze gedurende een aantal jaren hebben plaats gevonden, met verschillen in inspanning op de verschillende onderdelen. De resultaten van de T_0 zijn vastgelegd in RIKZ (2007). In dit rapport wordt de verwachting uitgesproken dat herstel van het bodemleven binnen enkele jaren zal optreden, waarbij wordt opgemerkt dat het niet eenvoudig zal zijn een verschil in biomassa voor en na de aanleg van de Tweede Maasvlakte aan te tonen, doordat er jaarlijks grote natuurlijke fluctuaties in het gebied optreden, en het waarschijnlijk is dat veranderingen pas met zekerheid kunnen worden vastgesteld wanneer zij veel groter zijn dan de beoogde 10%.
In het lopende monitoringprogramma wordt aanzienlijk meer gemeten dan alleen de te compenseren natuurwaarden (de primaire parameters zoals bijvoorbeeld biomassa bodemdieren, vogeldagen zwarte zee-eend en sterns). Hiervoor is gekozen omdat er sprake is van een complex vraagstuk: naast de genomen beheersmaatregelen zijn ook veel andere factoren van invloed op de natuurwaarden. Het uiteindelijke resultaat van de beheersmaatregelen kan niet goed geëvalueerd worden zonder rekening te houden met die andere factoren. Het monitoringprogramma is zodanig ingericht dat, naast de primaire parameters, voldoende informatie wordt verzameld over die andere factoren. Dit moet waarborgen dat er uiteindelijk niet alleen een antwoord kan worden gegeven op de vraag of de natuurwaarden voldoende gecompenseerd zijn, maar dat bij dat antwoord een

onderbouwing geleverd kan worden waarom de beheersmaatregel wel of niet succesvol is geweest. Immers, de beheersmaatregel kan de juiste zijn geweest, terwijl door onvoorziene omstandigheden het resultaat anders is dan verwacht bij het opstellen van het beheerplan.
Het monitoringprogramma betreft een forse meetinspanning, maar er zijn financiële en logistieke grenzen aan wat uitvoerbaar is. Daarnaast is het niet mogelijk om voor alle maatregelen goede referentiegebieden te kiezen.

2.3.1 Beantwoording van de evaluatievragen

De Voordelta is een complex en dynamisch gebied. De natuurlijke variabiliteit in tijd en ruimte is groot en de processen die zich er af spelen zijn niet alle even goed bekend. Ook factoren van buiten de Voordelta kunnen van grote invloed zijn op natuurwaarden binnen het gebied. Het aantonen van negatieve effecten van menselijke ingrepen op natuurwaarden, of positieve effecten van compenserende maatregelen, is dus niet vanzelfsprekend. Een puur getalsmatige aanpak is uitgesloten. Op tal van deelgebieden van het systeem is er sprake van veelsoortige kennis. Echter, de aanwezige kennis is nogal ongelijk verdeeld: over sommige relaties is relatief veel bekend, van andere minder. Door het betrekken van specialisten uit de verschillende deelgebieden, en het samenbrengen van hun expertise, kunnen door middel van *expert judgement* keuzes worden gemaakt ten aanzien van wat meetbaar is en wat niet, en wat de waarde is van verwachte resultaten in het grotere geheel. Hierbij dient expliciet te worden gemaakt wat de stand van zaken is qua kennis en vooral ook qua kennisleemtes.
Een gericht meetprogramma kan deze kennis versterken en kennisleemtes kunnen worden ingevuld. Uiteraard kent elk meetprogramma grenzen, nog los van eventuele financiële en praktische beperkingen. Het is de uitdaging om gebruik makend van beschikbare kennis en met oog voor praktische en theoretische beperkingen toch uitspraken te doen over de evaluatievragen. Daarbij is het ook noodzakelijk om bestaande kennisleemtes een plaats te geven.
De evaluatievragen dienen om vast te kunnen stellen of de significante effecten als gevolg van de aanwezigheid van de Tweede Maasvlakte voldoende worden gecompenseerd. De vragen richten zich daarom enerzijds op een vergelijking van de oorspronkelijke situatie (zonder Tweede Maasvlakte, bodembeschermingsgebied en rustgebieden) met de situatie na uitvoering van de compensatiemaatregelen (voor versus na) en anderzijds op een vergelijking tussen de compensatiegebieden (bodembeschermings- en rustgebieden) en de referentiegebieden (binnen versus buiten). De compensatiemaatregelen zelf zijn gebaseerd op achterliggend onderzoek en kennis over de situatie en ingreep-effect relaties in het gebied (RIKZ 2007).
De beoordeling of de compensatiemaatregelen voldoende resultaat opleveren, zal zich richten op een vergelijking van de situatie in de periode 2009-2013 met de uitgangssituatie. Deze uitgangssituatie is vastgelegd in een aantal T_0 metingen. Daarnaast zijn er diverse andere achtergrondrapporten van belang (Alkyon 2006a, 2006b; Asjes et al. 2004; Couperus et al. 2008; Craeymeersch et al. 2004, 2005a, 2005b; Grift & Tulp 2004; Kater 2007; Leopold et al. 2008; Poot et al. 2005, 2006; RIKZ 2007; Seegers et al. 2006; Steenbergen & Escaravage 2006; Tulp et al. 2006). Daarnaast is de beoordeling gericht op een vergelijking met de ontwikkeling in onverstoorde (of minder verstoorde) gebieden met soortgelijke kenmerken, de z.g. referentiegebieden.
De data uit de compensatiemonitoring kunnen worden aangevuld met andere waarnemingen (zoals o.a. uit het MWTL programma en andere monitoringactiviteiten). De periode 2009-2013 zal eind 2013 worden beschreven op basis van de dan beschikbare monitoringresultaten. De eind 2013 beschikbare resultaten zullen niet de volledige periode 2009-2013 beschrijven, omdat de analyse van een deel van de gegevens (o.a. de resultaten van de vis- en bodemdieren-bemonstering van 2013) niet voor het einde van 2013 uitgevoerd

kan worden. Voorzien is dat de op dat moment nog niet geanalyseerde monsters gebruikt zullen worden in de volgende fase (na 2013) van het monitoring- en evaluatieprogramma.
De compensatiemaatregelen hebben betrekking op het bodembeschermingsgebied en een aantal rustgebieden. Zoals gezegd, zijn in het monitoringprogramma ook diverse referentiegebieden opgenomen. De referentiegebieden zijn van belang om de effecten van externe of autonome ontwikkelingen goed in beeld te krijgen, en de veranderingen die optreden in het bodembeschermingsgebied en de rustgebieden als gevolg van de compensatiemaatregelen zo zuiver mogelijk te kunnen vaststellen (RIKZ 2007).

2.4 Evaluatievragen in perspectief: effectketens nader uitgewerkt

De in het Plan van Aanpak deel B (Heessen & Jak 2009) beschreven metingen en meetmethoden zijn het uitgangspunt voor de compensatiemonitoring. Enkele kenmerkende aspecten van het Plan van Aanpak:

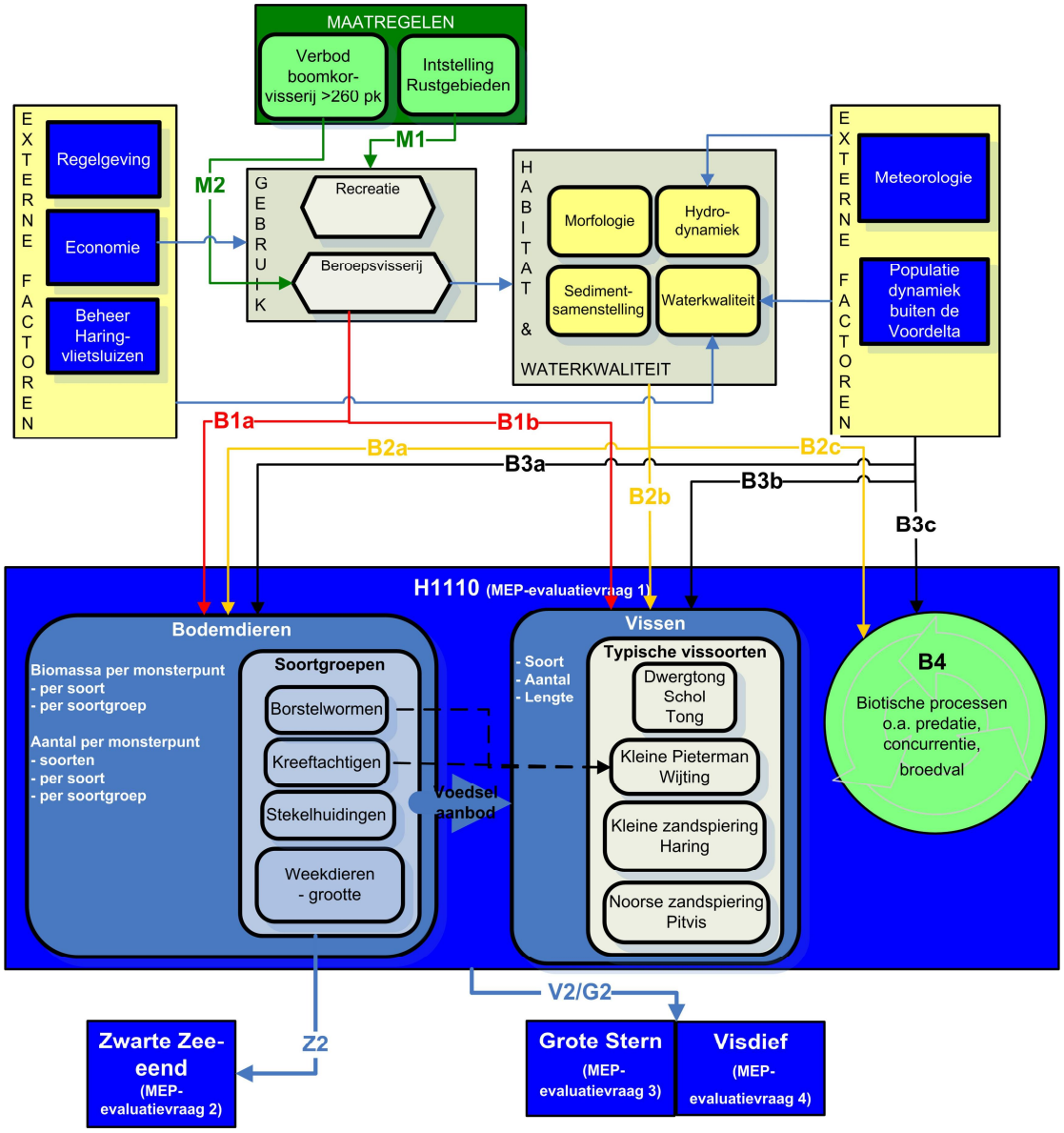
- Het werk wordt uitgevoerd door een consortium van specialisten;
- Het meerjarenprogramma bouwt voort op het oorspronkelijke RIKZ- plan en de reeds uitgevoerde T_0 metingen;
- De kennis uit de afzonderlijke percelen wordt gebundeld om tot een integraal antwoord op de gestelde evaluatievragen te komen.

De in § 2.3 beschreven MEP vragen zijn afgeleid van de voorspelde, te compenseren, effecten van de aanleg, aanwezigheid en gebruik van de Tweede Maasvlakte op de beschermde natuurwaarden in het Natura 2000-gebied Voordelta. Deze effecten zijn vastgelegd in het MER en in de Passende Beoordeling.
De MEP vragen vormen op het hoogste abstractieniveau de vragen waarop de compensatiemonitoring een antwoord moet geven, namelijk of de compensatiemaatregelen het gewenste effect op de te compenseren natuurwaarden hebben. De maatregelen zijn gebaseerd op voorspelde effecten van de maatregelen, gebaseerd op de best beschikbare kennis. Voorspellen van effecten gaat altijd gepaard met onzekerheden. Het is niet uitgesloten dat de werkelijkheid zich anders gedraagt dan verwacht.
De resultaten van de monitoring beperken zich daarom niet alleen tot een uitspraak over het wel of niet optreden van de voorspelde effecten, maar kunnen ook leiden tot bijstelling van de maatregelen of het monitoringplan.

Effectketens

De voorspelde effecten en de te nemen compensatiemaatregelen zijn gebaseerd op ingreep-effect relaties zoals vastgelegd in RIKZ (2007) en in de Passende Beoordeling. In het “Monitoring- en EvaluatieProgramma Maasvlakte 2 – Natuurcompensatie Voordelta”, kortweg MEP Natuurcompensatie Voordelta of MEP-NCV (VenW, 2009) zijn eveneens effectketens beschreven, op een globaler niveau geformuleerd dan de relaties in RIKZ (2007). De effectketens beschrijven de processen die relevant zijn voor het inzicht in de ingreep-effectrelaties met betrekking tot de aanleg van de Tweede Maasvlakte en de compensatiemaatregelen. De effectketens geven daarmee, voor iedere evaluatievraag, ook sturing aan de onderliggende onderzoeksvragen. De eerder in RIKZ (2007) beschreven effectketens en de effectketens uit het MEP-NCV zijn samengevoegd. Deze effectketens zijn een vereenvoudigde representatie van het complexe natuurlijke systeem in de Voordelta.

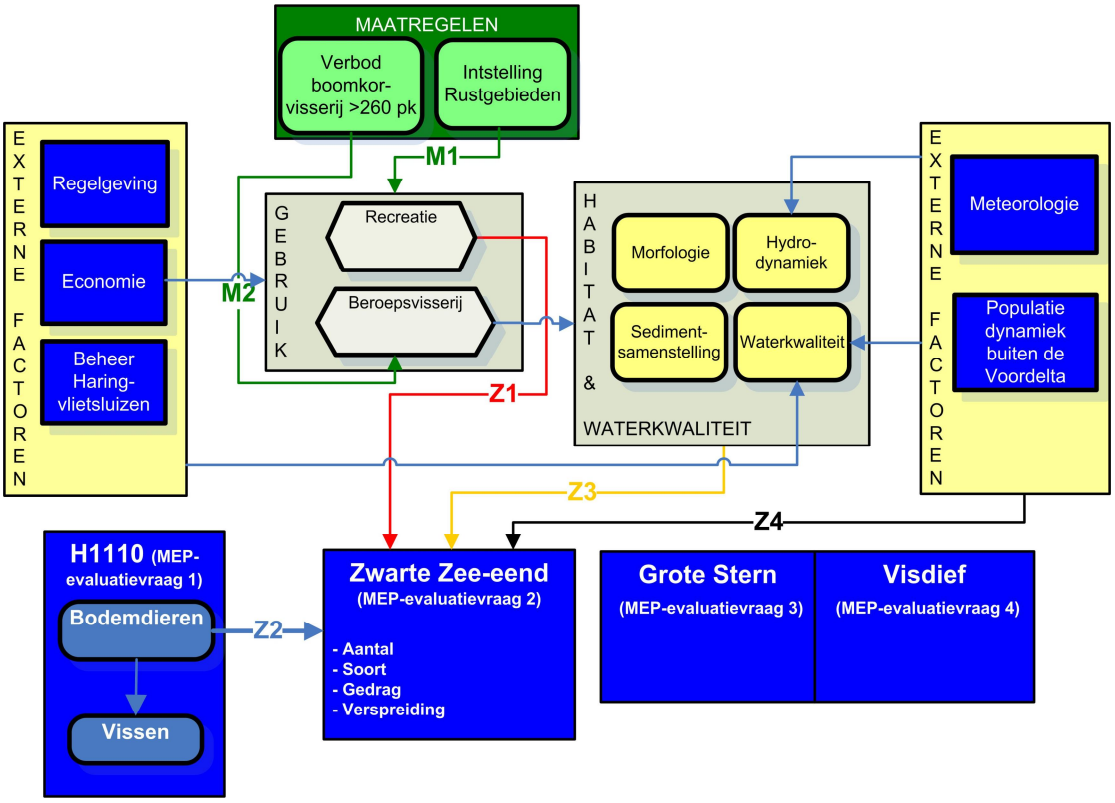
De effectketens laten zien wat, naar het huidige inzicht, de belangrijkste factoren in de Voordelta (en daarbuiten) zijn met invloed op de te compenseren natuurwaarden en dus op de te beantwoorden MEP evaluatievragen (aangegeven met de blauwe blokken in het schema). Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen externe factoren, die niet in het monitoringprogramma zijn opgenomen (gele blokken in het schema), en factoren die wel in het project bekeken en bemeten zullen worden. Bij deze laatste factoren zijn te onderscheiden de factoren die direct door de compensatiemaatregelen (groene blokken) worden beïnvloed en de (a)biotische factoren die mede als gevolg van de compensatiemaatregelen worden beïnvloed (grijze blokken). De factoren worden kwalitatief en kwantitatief beschreven aan de hand van de gegevens die in de diverse percelen worden verzameld. Voor de evaluatievraag en onderliggende onderzoeksvragen wordt via (werk)hypothesen en analyse van de data nagegaan in hoeverre een verandering aan een bepalende factor is toe te schrijven. De kernvraag voor 2010 is in hoeverre de evaluatievragen afdoende kunnen worden beantwoord met het huidige monitoringprogramma. In het integratie- en evaluatietraject kan blijken dat aanpassingen in de monitoring of aanvullend onderzoek nodig zijn. Hierbij zal een afweging worden gemaakt van de meerwaarde van deze aanpassingen ten opzichte van extra kosten of verlies aan informatie op andere aspecten.
De evaluatievragen zullen worden beantwoord op basis van een beperkt aantal te toetsen indicatoren (‘primaire parameters’). Echter, een antwoord aan de hand van die indicatoren alleen geeft onvoldoende inzicht of het waargenomen effect zuiver het resultaat van de compensatiemaatregelen is. De Voordelta is een complex systeem, waar de aanleg van de Maasvlakte 2 en de compensatiemaatregelen niet de enige factoren zijn die van invloed zijn op de natuurwaarden. De effecten van de compensatiemaatregelen, die in dit project onderzocht worden, zijn via verschillende “routes” in de ingreep-effectrelaties van invloed op het eindresultaat (zie Figuur 2.1 tot en met Figuur 2.3). Daarnaast zijn er mogelijk ook effecten van andere menselijke activiteiten en van autonome ontwikkelingen binnen en buiten het onderzoeksgebied (“externe factoren” in de effectketens).
De effectketens zijn van belang voor de beantwoording van de evaluatievragen. Elke evaluatievraag kan via de effectketens worden opgesplitst in onderliggende vragen. Deze onderliggende vragen, en de antwoorden op die vragen, leveren input voor de uiteindelijke beantwoording van de evaluatievragen. Die beantwoording geschiedt door combinatie van gegevens uit diverse percelen via een integrale afweging.



Figuur 2.1 Effectketen Habitat H1110 (MEP evaluatievraag 1)

De monitoring heeft tot doel het effect van de maatregelen te beoordelen. Bij de beoordeling zijn de volgende parameters van direct belang:

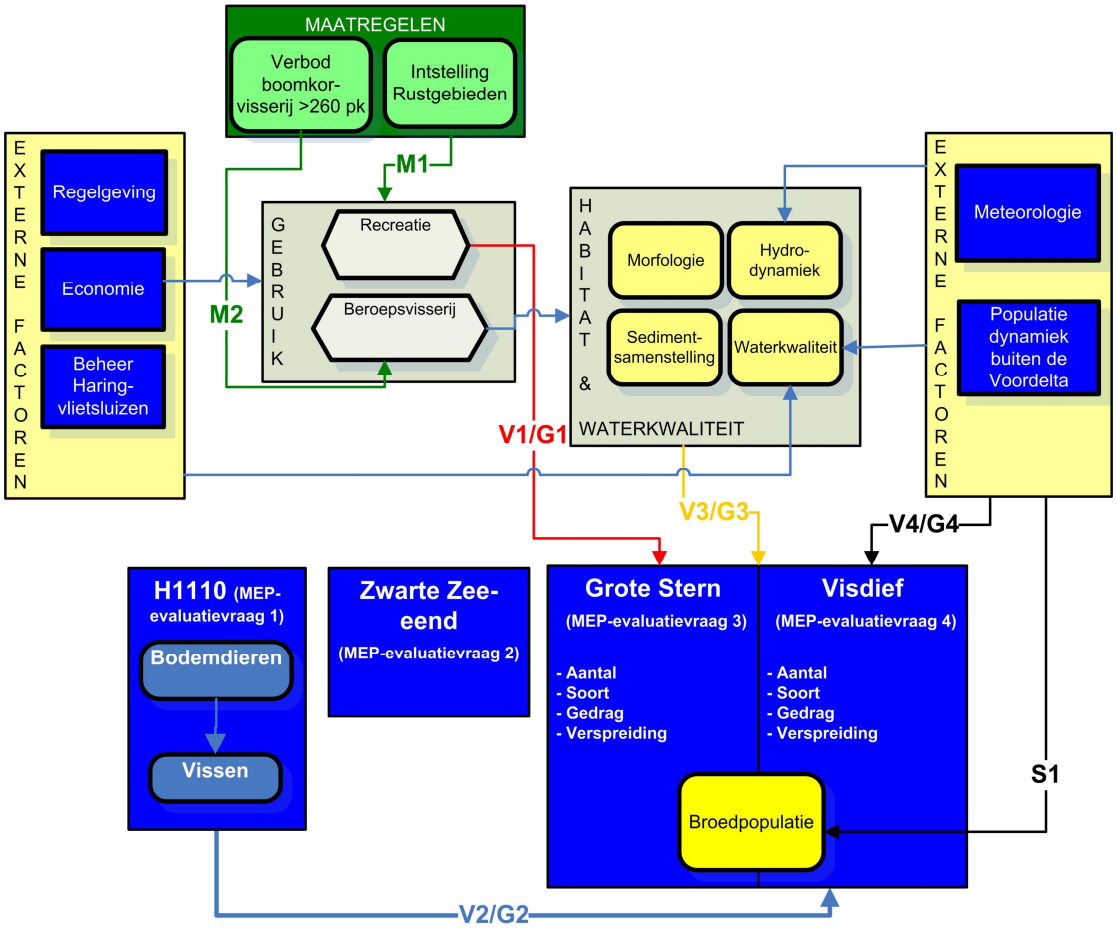
Biomassa bodemdieren en hoeveelheid voedsel voor beschermde/typische soorten
De biomassa van bodemdieren en hoeveelheid voedsel voor beschermde/typische soorten wordt direct beïnvloed door de bodemberoerende visserij (zie Figuur 2.1). Daarnaast is er een indirecte invloed van de visserij op abiotische omstandigheden, die direct of indirect kunnen doorwerken. Belangrijk is dat ook externe factoren van invloed kunnen zijn, zoals o.a. de effecten van economische ontwikkelingen op de visserij, de effecten van meteorologie of de effecten van ingrepen buiten de Voordelta, zoals de gedeeltelijke openstelling van de Haringvlietsluizen (“de Kier”).



Figuur 2.2 Effectketen zwarte zee-eend (MEP evaluatievraag 2)

Zwarte zee-eend

De Voordelta is belangrijk voor overwinterende en doortrekkende zwarte zee-eenden, en de aantallen zijn daarom het hoogst in de winter en het voorjaar. De dieren verzamelen zich rond schelpdierbanken, en de relatie tussen voedselaanbod en het voorkomen van de eenden, zoals aangegeven in het in Figuur 2.2 weergegeven effectschema, is daarom van belang.
Bodemberoerende visserijvormen hebben een mogelijk direct effect op de totale hoeveelheid beschikbaar voedsel voor zwarte zee-eenden. Daarnaast zijn zee-eenden erg gevoelig voor verstoring, in het bijzonder tijdens de slagpenrui in de zomer. In de winter en het voorjaar zijn kitesurfen en visserij volgens RIKZ (2007) waarschijnlijk de belangrijkste bronnen van visuele verstoring. De compensatie is er primair op gericht de totale voedselvoorraad voor zwarte zee-eenden in de gehele Voordelta tenminste op hetzelfde niveau te houden als voor de aanleg van Maasvlakte 2.
Daarnaast wordt er door de instelling van een tweetal rustgebieden voor gezorgd dat voldoende rustig gebied aanwezig is om van het voedsel te kunnen profiteren. Doel van deze maatregelen is dat de kwaliteit van het rust- en foerageergebied voor overwinterende en doortrekkende zwarte zee-eenden na de aanleg van Maasvlakte 2 tenminste gelijk blijft. Of de zwarte zee-eenden dan werkelijk in de gewenste aantallen in de winter en het voorjaar aanwezig zijn, hangt eveneens af van externe factoren (buiten de Voordelta) die van invloed kunnen zijn op diverse van de bovengenoemde factoren en relaties. Daarbij valt o.a. te denken aan effecten van economische ontwikkelingen op recreatie en visserij, en effecten als verschillen in weersomstandigheden tussen jaren en ontwikkelingen in de populatie van de zwarte zee-eend.



Figuur 2.3 Effectketen grote stern en visdief (MEP evaluatievraag 3/4)

Grote stern en visdief

Het voorkomen van de sterns 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 (zie Figuur 2.3). De beschikbaarheid van geschikt voedsel wordt deels beïnvloed door de visserij, maar waarschijnlijk zijn morfodynamica en waterkwaliteit, en factoren buiten de Voordelta het meest bepalend voor het voorkomen van stapelvoedsel. Rustverstoring op de platen als gevolg van recreatie wordt verminderd door het instellen van de rustgebieden, en is een belangrijke factor die het gebruik van de Voordelta bepaalt. Ontwikkelingen in de morfodynamica en waterkwaliteit zijn medebepalend voor de geschiktheid van het gebied. Ontwikkelingen buiten de Voordelta (bijvoorbeeld in de broedpopulaties, zoals geschiktheid broedhabitat, predatie, etc.) en andere externe factoren zijn waarschijnlijk van grote invloed op het aantal vogeldagen in de Voordelta.

2.5 Integratie percelen: het belang van samenhang

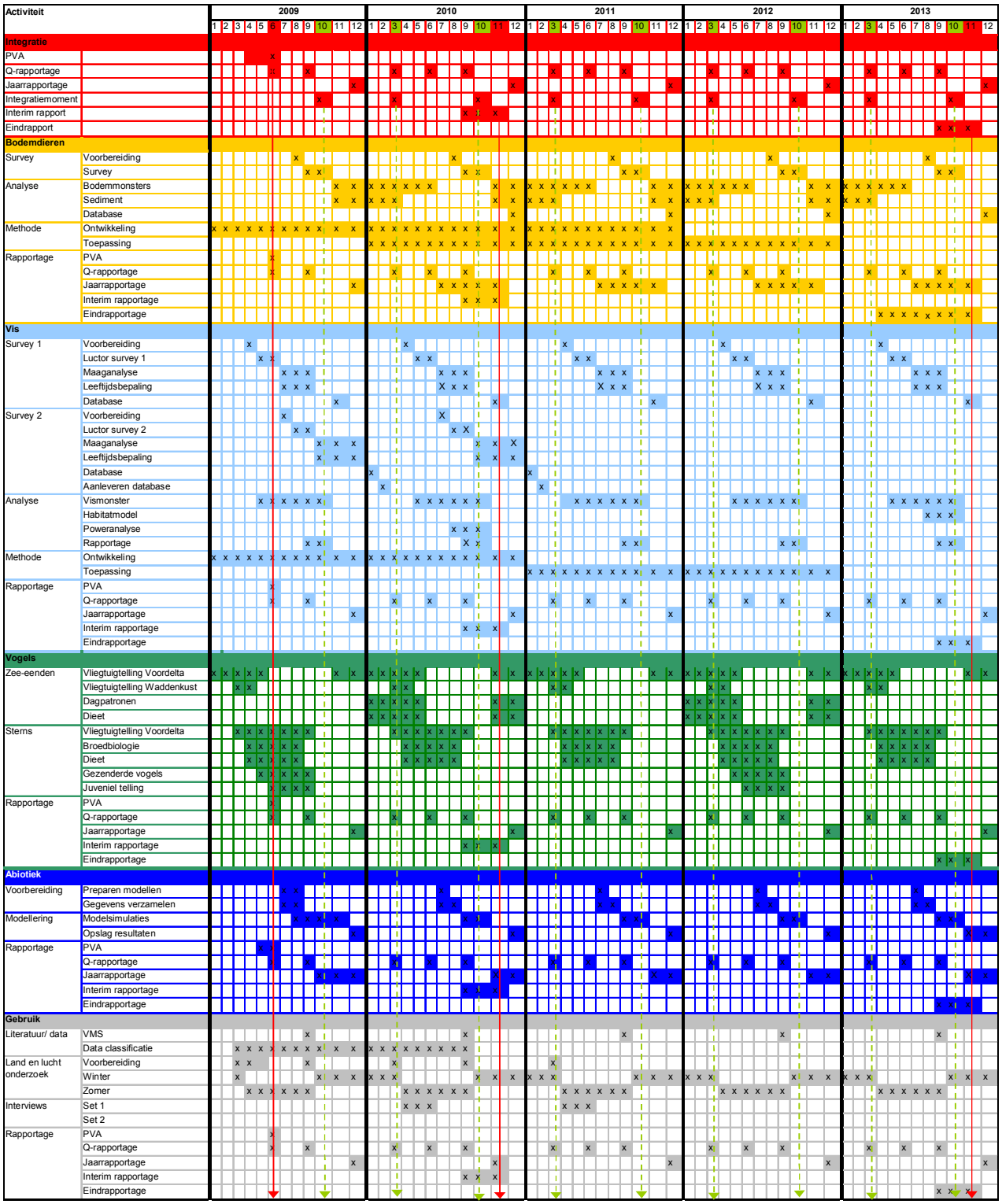
De compensatiemonitoring is om praktische redenen opgedeeld in een aantal percelen (benthos, vis, vogels, abiotiek en gebruik). Ieder perceel levert bouwstenen op voor de beantwoording van de evaluatievragen. Maar de afzonderlijke delen zijn niet voldoende voor het uiteindelijk beantwoorden van de evaluatievragen. Daarvoor is integratie van de informatie uit de verschillende percelen noodzakelijk. Tabel 2.1 schetst hoe de uitwisseling

van informatie tussen de percelen bijdraagt aan betere interpretaties per perceel. Tenslotte bevat het Plan van Aanpak een gedetailleerde planning van de activiteiten (Tabel 2.2).

Tabel 2.1 Overzicht van alle gegevens ingewonnen binnen de percelen (blauwe vlakken) en uitwisseling van gegevens tussen de percelen (levering van percelen in kolommen aan percelen in rijen).

Uit / Aan	Bodemdieren	Vogels	Vissen	Gebruik	Abiotiek
Bodemdieren	Soorten H1110 Soortensamenstelling Biomassa Dichtheid Diversiteit Verspreiding schelpdieren Grootteklasse Sedimentsamenstelling (Box-corer) Watertemperatuur (CDT) Saliniteit (CTD) Diepte station (CTD) Doorzicht (secchi-disk)	Dieet Zwarte zee-eend	Dieet	Visserij-intensiteit (VMS) Monitoring- en onderhoud Delfstoffenwinning	Saliniteit, (model) Watertemperatuur (model, remote sensing), Bathymetrie Getijstroming (model) Bodemschuifspanning t.g.v. stroming (model) Bodemschuifspanning t.g.v. golven (schatting uit boei) Spuirregime Haringvlietsluizen
Vogels	Soortensamenstelling Biomassa Verspreiding Dichtheid Leeftijd/grootte	Aantal vogeldagen (Adult of juveniel) Verspreidingspatronen Gedrag Aanvoer voedsel naar kolonie Aantal broedparen Broedsucces Broedlocatie Externe factoren (predatie) Gebruik (platen in) door adulte of juveniele vogels Activiteiten 's nachts Maaginhoud zee-eenden	Verspreiding Aantal Lengteverdeling Gewicht Soortensamenstelling	Visserij-intensiteit (VMS) Recreatie Monitoring- en onderhoud Kleine luchtvaart Militaire activiteiten Delfstoffenwinning	Golfhoogte Kustmorfologie (Bathymetrie, droogvalduur, plaat areaal) Weersomstandigheden (windsnelheid, luchttemperatuur) Doorzicht (meting, remote sensing) Salinteit tbv fronten (model) Watertemperatuur (model, remote sensing) Spuirregime Haringvlietsluizen
Vis	Biomassa Verspreiding Dichtheid Sedimentsamenstelling (Box-corer) Lengteverdeling zandspiering	Dieet juveniele en/of adulte grote stern, visdief	Soorten H1110 Soortensamenstelling Aantal Leeftijd/grootteverdeling Dichtheid Verspreiding Gewicht Grootte Conditie (gewicht/lengte) Groei en mortaliteit jonge vis Maaginhoud vissen Saliniteit (CTD) Saliniteit (DataSonde net) Watertemperatuur (CTD) Watertemperatuur (DataSonde net) Diepte station (CTD) Doorzicht (Secchidiepte)	Visserij-intensiteit (VSM) Monitoring- en onderhoud Delfstoffenwinning	Saliniteit (model) Watertemperatuur (model, remote sensing) Doorzicht (meting, remote sensing) Spuiregime Haringvlietsluizen.
Gebruik				Visserij-intensiteit Recreatie Monitoring en onderhoud Kleine luchtvaart Militaire activiteiten Delfstoffenwinning	Weersomstandigheden Getijstromingen Bathymetrie
Abiotiek	Sedimentsamenstelling (Box-corer) Saliniteit (CTD) Watertemperatuur (CTD) Diepte station (CTD) Doorzicht (secchidiepte)		Saliniteit (CTD) Saliniteit (DataSonde net) Watertemperatuur (CTD) Watertemperatuur (DataSonde net) Diepte station (CTD) Doorzicht (Secchidiepte)		Getijdenstroming (model) Golfwerking (Boei) Zoutgehalte (model) Sedimentsamenstelling (Box-corer) Watertemperatuur (model, remote sensing) Doorzicht (meting, remote sensing) Spuiregime Haringvlietsluizen Bathymetrie, droogvalduur Bodemschuifspanning (model, inschatting uit boei) Weersomstandigheden

Tabel 2.2 Overzicht van de geplande activiteiten van de verschillende percelen. Het integratie perceel doorkruist alle percelen. De momenten waarop informatie wordt uitgewisseld ten behoeve van de integratie is aan de hand van de rode pijlen weergegeven.



2.6 Datamanagement

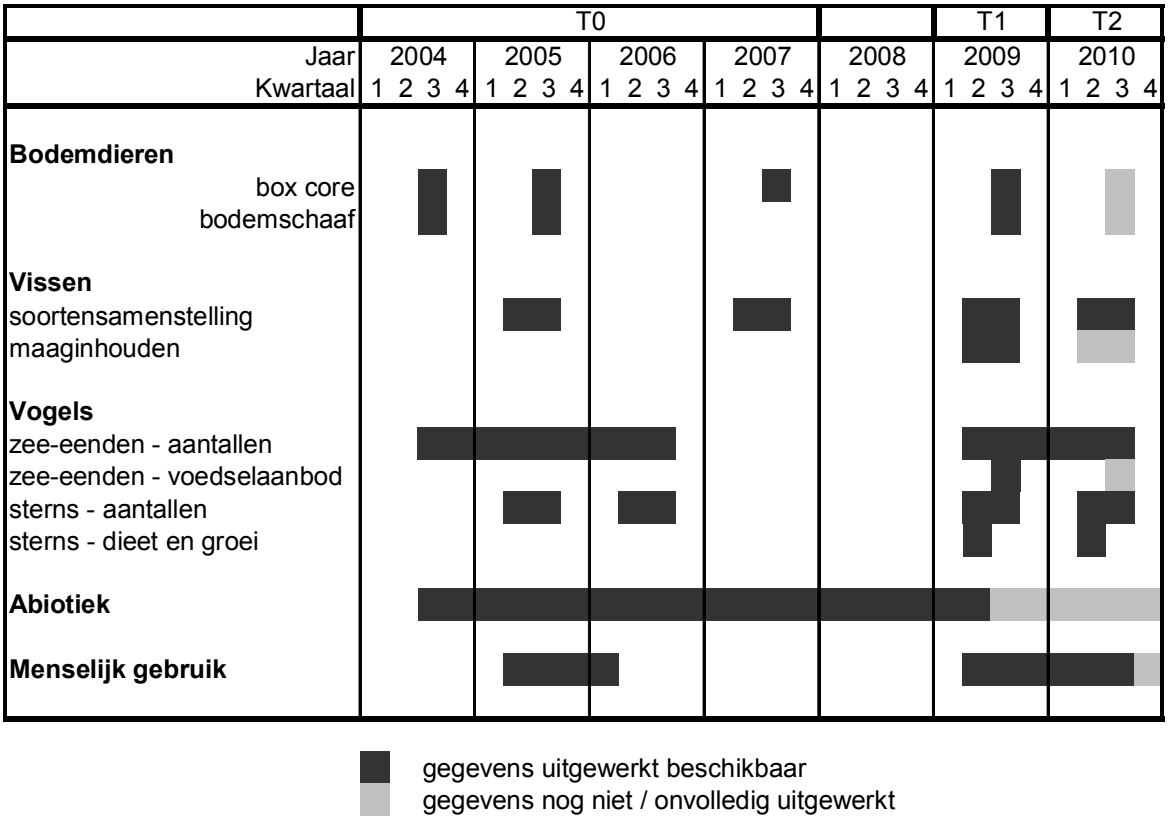
Ten behoeve van de integratie en kwaliteitsborging is een zogenoemd *repository*-systeem opgezet voor het datamanagement. Een repository is een uitwisselplatform en tevens archief waarin bestanden voortschrijdend (d.w.z. in versies) beheerd worden en waar zowel de partijen betrokken bij de uitvoering van de monitoring en de beantwoording van de evaluatievragen als een aantal gebruikers van RWS toegang toe hebben. Via de repository zijn de data die ingezet dan wel opgeleverd worden binnen het project voor alle betrokkenen toegankelijk en eenduidig. Het systeem helpt ook om de data conform RWS-conventies op te leveren bij afronding van het project. Er worden zowel databestanden, gehele databases als gemeenschappelijke werkdocumenten en afgeronde rapporten, wetenschappelijke artikelen en Powerpoint bestanden opgeslagen en beheerd.

De repository is (met wachtwoord) toegankelijk m.b.v. een willekeurige web-browser of met versiebeheersoftware (Subversion). De repository is te vinden op https://repos.deltares.nl/repos/PMR-NCV/ .

Eind oktober 2009 is een workshop georganiseerd die zich richtte op het datamanagement, de aanlevering van data van derden en de onderlinge data-uitwisseling. Hierbij is ook de repository en versiebeheer gepresenteerd en is een aanzet gegeven tot uniformering van de meta-data.

Inmiddels zijn de data uit de T_0 metingen en de bijbehorende rapportages aangeleverd en op de repository geplaatst (Tabel 2.3).

Tabel 2.3 Overzicht van beschikbare en verwerkte gegevens



Ook is een deel van de extra data, die niet uit de compensatiemonitoring zelf beschikbaar komen (bijvoorbeeld meteorologische data van het KNMI, GIS data met polygonen van beheersgebieden, afvoergegevens Haringvliet en andere rivieren) verzameld en op de repository geplaatst. In geval van extern beheerde, omvangrijke datasets (met name Remote Sensing data en meteorologische modeldata) worden slechts de verwijzingen (hyperlinks) naar de archieven met die data op de repository geplaatst.

2.7 Referenties

Alkyon, 2006a. Morfodynamische ontwikkeling Voordelta. Rapport A1698. Alkyon, Marknesse.

Alkyon, 2006b. Kwantitatieve analyse en prognose morfologische ontwikkeling Voordelta. Rapport A1770. Alkyon, Marknesse.

Asjes J, Craeymeersch J, Escaravage V, Grift RE, Tulp I, Bult T & Villars N, 2004. Strategy of approach for the baseline study Maasvlakte 2, Lot 2: benthic fauna and Lot 3: fish and fish larvae. RIVO, IJmuiden.

Couperus AS, van Damme CJG, Tulp I, Tribuhl S, Pennock I, Heessen HJL (2008) Vis in de Voordelta: nulmetingen 2007 in het kader van de aanleg van de Tweede Maasvlakte. IMARES rapport C061/08.

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.

Dekker W (2007) Visbemonstering in de Voordelta: statistische betrouwbaarheid van de nulmetingen in het kader van de aanleg van de Tweede Maasvlakte. IMARES rapport C050/07.

Grift RE & Tulp IYM, 2004. Nulmetingen Maasvlakte 2: meetstrategie vissen. RIVO, IJmuiden.

Heessen HJL & Jak RG (2009). Plan van Aanpak PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta. Deel B: Uitvoeringsplannen per perceel. IMARES rapport.

Heinis, F., C.T.M. Vertegaal, C.R.J. Goderie, P.C. van Veen. PMR (2007). Habitattoets, Passende Beoordeling en uitwerking adc-criteria ten behoeve van vervolgbesluiten van Maasvlakte 2.

Holzhauer H & Prins TC (2009). Plan van Aanpak PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta. Deel A: Samenhang en integratie van de percelen. Deltares rapport.

Kater B (2007) De power van de nulmeting macrobenthos. Poweranalyses ten behoeve van de effectmeting macrobenthos in het kader van de natuurcompensatie van de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Alkyon conceptrapportage A1867R1.

Leopold MF, van Stralen MR, de Vlas J (2008) Zee-eenden en schelpdiervisserij in de Voordelta. IMARES rapport C008/08.

PBL, 2008. Natuurcompensatie in de Voordelta bij de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Achtergrondrapport bij de Natuurbalans 2008. PBL rapport 500402011/2008, 140 pp.

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.

RIKZ, 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, 301 pp.

Seegers HCM, Hoogvliet MC, Dam LA, 2006. Nulmeting Gebruiksfuncties Voordelta, eindrapportage. Rapport 04.W029.00/2, CSO, Bunnik.

Steenbergen J & Escaravage V, 2006. Baseline study MEP-MV2; Lot 2 bodemdieren. Eindrapportage Campagnes 2004-2005, rapport C053/06 Wageningen IMARES

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.

VenW, 2008. Beheerplan Voordelta.

VenW, 2009. Monitoring- en Evaluatieprogramma Maasvlakte 2. Natuurcompensatie Voordelta.

3 MEP vraag 1: Compensatie verlies Habitattype H1110

3.1 Inleiding

Het "Monitoring- en EvaluatieProgramma Maasvlakte 2 – Natuurcompensatie Voordelta", kortweg MEP Natuurcompensatie Voordelta (VenW, 2009) beschrijft het monitoring- en evaluatieprogramma rond de uitvoering van de maatregelen voor natuurcompensatie bij de aanleg van de Tweede Maasvlakte, en sluit aan bij het onderdeel natuur van het MEP Aanleg. Voor het habitattype H1110 (zie omschrijving in § 3.1.1) is de volgende evaluatievraag gesteld in het kader van de maatregelen voor de Natuurcompensatie Voordelta.

Hoofdvraag 1: Wordt het verlies aan H1110 als gevolg van de aanleg van Maasvlakte 2 voldoende gecompenseerd?

Binnen het MEP Natuurcompensatie Voordelta zijn voor deze hoofdvraag vier subvragen geformuleerd. Alleen de laatste twee subvragen (c en d) hebben betrekking op de monitoring van de natuurcompensatie van de Voordelta:

c Treedt er voldoende toename op van de *bodemdierenbiomassa per soortgroep* en de *hoeveelheid voedsel voor beschermde / typische soorten* t.o.v. de situatie voor de aanleg van Maasvlakte 2 in het bodembeschermingsgebied t.o.v. de rest van de Voordelta en zo ja, komt deze (minimaal) overeen met het verlies als gevolg van het ruimtebeslag van Maasvlakte 2, de ontwikkeling van de erosiekuil en de toename van de getijslag?

d Is de waargenomen toename toe te schrijven aan de *getroffen maatregelen* (afgenomen bodemberoering in het bodembeschermingsgebied) of ook aan *andere factoren*?

Evaluatie vraag 1c heeft betrekking op het verlies aan habitattype H1110. De biomassa van bodemdieren per soortgroep is de indicator op basis waarvan deze vraag beantwoord zal worden. Dit wordt gezien als de primaire maat voor voedselbeschikbaarheid voor vissen en vogels. Evaluatievraag 1c bestaat uit een aantal deelvragen welke hieronder zijn uitgesplitst.

- Treedt er voldoende toename van **bodemdierbiomassa per soortgroep** op in het bodembeschermingsgebied?
  - Is de bodemdierbiomassa per soortgroep in het bodembeschermingsgebied in het jaar T_n toegenomen t.o.v. het jaar T_0?
  - Is de toename in bodemdierbiomassa per soortgroep in het jaar T_n in het bodembeschermingsgebied minimaal 10% hoger dan de toename in bodemdierbiomassa in het referentiegebied?
- Treedt een voldoende toename van **voedsel voor beschermde soorten** op in het bodembeschermingsgebied?
  - Waar bestaat het voedsel voor de beschermde soorten uit?
  - Is het voedselaanbod voor beschermde soorten in het bodembeschermingsgebied in het jaar T_n toegenomen t.o.v. het jaar T_0?
  - Is de toename in het voedselaanbod voor beschermde soorten in het jaar T_n minimaal 10% hoger in het bodembeschermingsgebied dan in het referentiegebied?

- Treedt er een voldoende toename van **voedsel voor typische vissoorten** op in het bodembeschermingsgebied?
    - Welke typische vissoorten eten bodemdieren?
    - Waar bestaat het voedsel voor deze typische vissoorten uit?
    - Is het voedselaanbod voor deze typische vissoorten in het bodembeschermingsgebied in het jaar T_n toegenomen t.o.v. het jaar T_0?
    - Is de toename in het voedselaanbod voor typische vissoorten in het jaar T_n minimaal 10% hoger in het bodembeschermingsgebied dan in het referentiegebied?

Gegevens voor het beantwoorden van deze vragen komen uit verschillende percelen. De gegevens over verspreiding, biomassa, soortensamenstelling etc. die nodig zijn om de soortgroepen te kunnen beschrijven, zijn afkomstig uit het perceel Benthos. De soortgroepen bodemdieren worden gedefinieerd op basis van het voedsel van zwarte zee-eenden en de typische vissoorten van habitattype H1110. Informatie over de prooikeuze van de zwarte zee-eend en van typische vissoorten is afkomstig uit respectievelijk het perceel Vogels (analyses maaginhouden) en het perceel Vis (analyses maaginhouden). Grote stern en visdief eten pelagische vis (met name haring, sprot, zandspiering); gegevens over deze soorten komen uit de bemonsteringen in de percelen Benthos en Vis, maar leveren geen betrouwbare kwantitatieve informatie.

Evaluatievraag 1d betreft het causale verband tussen de waargenomen verandering in de biomassa van bodemdieren per soortgroep en de genomen maatregel, namelijk het uitsluiten van bepaalde vormen van bodemberoerende visserij. Evaluatievraag 1d bestaat uit een aantal deelvragen welke hieronder zijn uitgesplitst.

- Is de waargenomen toename in bodemdieren en vissen en daarmee het voedselaanbod voor typische vissen en beschermde vogels toe te schrijven aan de **getroffen maatregelen**?
    - Wat is de impact van de boomkorvisserij met schepen groter dan 260 pk op de bodemdieren en vissen van H1110?
    - Is de intensiteit van de boomkorvisserij met schepen groter dan 260 pk in het bodembeschermingsgebied afgenomen in het jaar T_n t.o.v. het jaar T_0
    - Is de intensiteit van de boomkorvisserij met schepen groter dan 260 pk in het referentiegebied veranderd in het jaar T_n t.o.v. het jaar T_0
- Is de waargenomen toename in bodemdieren en vissen en daarmee het voedselaanbod voor typische vissen en beschermde vogels toe te schrijven aan **abiotische factoren**?
    - Waar bestaan de abiotische factoren uit?
    - Wat is de invloed van de abiotische factoren op de bodemdieren en vissen?
- Is de waargenomen toename in bodemdieren en vissen en daarmee het voedselaanbod voor typische vissen en beschermde vogels toe te schrijven aan **externe factoren**?
    - Waar bestaan de externe factoren uit?
    - Wat is de invloed van de externe factoren op de bodemdieren en vissen?
- Is de waargenomen toename in bodemdieren en vissen en daarmee het voedselaanbod voor typische vissen en beschermde vogels toe te schrijven aan **biotische processen**?
    - Waar bestaan de biotische processen uit?
    - Wat is de invloed van de biotische processen op de bodemdieren en vissen?

Deze vragen kunnen beantwoord worden door informatie over de visserij intensiteit, zowel locatie, frequentie als type visserij, te koppelen aan de gegevens over de bodemdiergemeenschap. De gegevens over de visserij worden verzameld in het perceel

Gebruiksfuncties. Mogelijke effecten van andere factoren betreffen eventueel andere bodemberoerende activiteiten (Gebruiksfuncties) en veranderingen in abiotische omstandigheden (Abiotiek).
Abiotische omstandigheden zijn in sterke mate bepalend voor het voorkomen van bodemdieren. Veranderingen in abiotische omstandigheden (hydrodynamiek, bodemsamenstelling, meteorologie) zijn daarom van belang voor het begrijpen van de veranderingen in de bodemgemeenschap. Biotische processen spelen zich binnen het habitat af. Gegevens hiervoor komen uit de percelen Benthos, Vis en Vogels.

3.1.1 Habitattype H1110

De Voordelta is aangewezen als Natura 2000-gebied. Het is een zeer dynamisch gebied, bestaande uit buitendelta's met geulen en banken. De kwaliteit van habitats dient te worden beoordeeld aan de hand van de staat van instandhouding van vegetatietypen, typische soorten en kenmerken van een goede structuur en functie (LNV, 2006).
Het bodembeschermingsgebied bestaat voornamelijk uit habitattype H1110-B (Noordzeekustzone) en voor een klein deel (o.a. in de monding van het Haringvliet) uit habitattype H1110-A (getijdengebied). Daarnaast vallen de droogvallende slikken en platen onder het habitattype H1140A (Slikken van Voorne) en H1140B (Hinderplaat, Bollen van de Ooster, Middelplaat, Bollen van het Nieuwe zand en de Verklikkerplaat) (Figuur 1.1). De overige habitattypen gedefinieerd voor de Voordelta komen niet voor in het bodembeschermingsgebied.
Kenmerkend voor habitattype H1110 is dat er van nature (vrijwel) geen hogere planten voorkomen zodat het voornamelijk om de ‘typische soorten’ (voornamelijk bodemdieren en vissen) en kenmerken van een goede ‘structuur en functie’ gaat. Hieronder worden abiotische parameters verstaan zoals hydrodynamiek, diepte en saliniteit en biotische parameters zoals de samenstelling en leeftijdsopbouw van de aanwezige levensgemeenschappen (profielschets H1110[1]) (LNV, 2008).
De evaluatie van het bodembeschermingsgebied richt zich op het vaststellen van een verbetering van het habitattype H1110 en daarmee de verbetering van de voedselfunctie van de Voordelta voor hogere trofische niveaus.

3.1.2 Typische soorten H1110

Typische soorten zijn soorten die “een goede kwaliteitsindicator vormen voor de (compleetheid van de) levensgemeenschap van het habitattype. De set van typische soorten is een indicator voor de kwaliteit (en daarmee de staat van instandhouding) van het habitattype op landelijk niveau” (LNV, 2008).

3.1.2.1 Typische bodemdiersoorten

Bodemdieren die kenmerkend zijn voor de dynamische zandbanken en geulen in de kustzone tot 20 meter diepte zijn typische bodemdieren van habitattype H1110.

1. *De profielschets van H1110 is nog steeds in ontwikkeling. Voor de beschrijving van het de structuur en functie van H1110 en de aangewezen typische soorten wordt er uitgegaan van de meest recente officiële beschrijving (d.d 18 december 2008).*

Tabel 3.1 Typische bodemdiersoorten voor Habitattype A en/of B

Soortgroep	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	H1110 A/B	Cat.
Bloemdieren (hardsubstraat)	Zeeanjelier	*Metridium senile*	A	Cab
	Slibanemoon	*Sagartia troglodytes*	A	Cab
Borstelwormen	Zandzager	*Nephtys hombergii*	A	Ca
	Groene zeeduizendpoot	*Nereis virens*	A	Cab
		Spio martinensis	A	Cab
	Schelpkokerworm	*Lanice conchilega*	B	Cab
	Zandkokerworm	*Spiophanes Bombyx*	B	Cab
		Nephtys cirrosa	B	Cab
		Ophelia borealis	B	Cab
Kreeftachtigen	Gladde zeepok	*Balanus crenatus*	A	Cab
	Strandkrab	*Carcinus maenas*	A	Cab
	Gewone zwemkrab	*Liocarcinus holsatus*	A	Cab
	Knikspriet kreeftje	*Bathyporeia elegans*	B	Cab
		Urothoe poseidonis	B	Cab
Stekelhuidigen	Gewonen zeester	*Asterias rubens*	A	Cab
	Hartegel	*Echinocardium cordatum*	B	Cab
Weekdieren	Strandgaper	*Mya arenaria*	A	Ca
	Mossel	*Mytilus edulis*	A	Ca
	Glanzende tepelhoorn	*Lunatia alderi*	B	Cab
	Halfgeknotte strandschelp	*Spisula subtruncata*	B	K + Cab
	Nonnetje	*Macoma balthica*	A B	Ca K + Cab
	Rechtgestreepte platschelp	*Tellina fabula*	B	Cab

N.B. Ca = constante soort met indicatie voor goed abiotische toestand Cb = constante soort met indicatie voor een goede biotische structuur, K = Karakteristieke soort, E = exclusieve soort

3.1.2.2 *Typische vissoorten*

Vissen die kenmerkend zijn voor de dynamische zandbanken en geulen in de kustzone tot 20 meter diepte zijn typische vissoorten van habitattype H1110. Voor deze soorten wordt evaluatievraag 1c getoetst: is het voedsel voor deze soorten toegenomen?

Tabel 3.2 Typische vissoorten voor Habitattype A en/of B

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	H1110 A/B	Cat.	Indicatie voedsel
Slakdolf	*Liparis liparis*	A	Ca	
Zeedonderpad	*Myoxocephalus scorpius*	A	Ca	
Spiering	*Osmerus eperlanus*	A	Cb	
Botervis	*Pholis gunnellus*	A	K + Cab	
Bot	*Platichthys flesus*	A	Cab	
Dikkopje	*Pomatoschistus minutus*	A	Cab	
Grote zeenaald	*Syngnathus acus*	A	Cab	
Kleine zeenaald	*Syngnathus rostellatus*	A	Cab	
Puitaal	*Zoarces viviparus*	A	Ca	
Dwergtong	*Buglossidium luteum*	B	Cab	Bodemdieren
Kleine Pieterman	*Echiichthys vipera*	B	K + Cab	Garnalen, grondels, wormen
Tong	*Solea vulgaris*	B	K + Cab	Bodemdieren
Schol	*Pleuronectes platessa*	A B	Ca Cab	Bodemdieren
Kleine zandspiering	*Ammodytes tobianus*	B	Cab	Plankton
Wijting	*Merlangius merlangus*	B	Cab	Garnalen, vis
Haring	*Clupea harengus*	B/A	Cab	Dierlijk plankton
Noorse zandspiering	*Ammodytes marinus*	B	Cab	
Pitvis	*Callionymus lyra*	B	Cab	

N.B. Ca = constante soort met indicatie voor goed abiotische toestand Cb = constante soort met indicatie voor een goede biotische structuur, K = Karakteristieke soort, E = exclusieve soort

3.1.3 Beschermde soorten

De Voordelta is hoog productief en relatief voedselrijk. De Voordelta fungeert als opgroeigebied voor diverse vissoorten en als foerageer- en broedgebied voor vogels. De zandbanken vormen een rustgebied voor zeehonden (LNV, 2008).

In het kader van de evaluatievraag voor H1110 worden onder beschermde soorten, zoals genoemd in de evaluatievraag 1c, de visetende sterns en schelpdieretende zwarte zee-eenden bedoeld die de Voordelta als foerageergebied gebruiken.

Tabel 3.3 Beschermde soorten die voor hun voedsel gebruik maken van de Voordelta

Soort	Wetenschappelijke naam	Type voedsel
Zwarte zee-eend	*Melanitta nigra*	Schelpdieren (Halfgeknotte Strandschelp, mesheften)
Visdief	*Sterna hirundo*	Rondvis, kleine platvis, kreeftachtigen, wormen en insecten
Grote Stern	*Sterna sandvicensis*	Haring, sprot, zandspiering en smelt

3.2 De compensatiemaatregel

De maatregel

Ter compensatie van het verlies van 2455 ha van het habitattype H1110 ‘permanent overstroomde zandbanken’ als gevolg van de aanleg van de Tweede Maasvlakte, is in juni 2008 een bodembeschermingsgebied ingesteld met een oppervlak van ca. 30.000 ha. Doel van het bodembeschermingsgebied in het kader van de natuurcompensatie opgave is de

groei van bodemdieren en kleine vis, die het voedsel vormen voor beschermde vogels, te verbeteren.
Om dat doel te bereiken, gelden in het bodembeschermingsgebied beperkingen voor (ernstige) verstoringen van de zeebodem. Deze worden vooral veroorzaakt door de boomkorvisserij, een manier van vissen waarbij zogeheten wekkerkettingen door de zeebodem worden getrokken om vis op te schrikken en in het net te jagen.
Op basis van bestaande kennis over het effect van bodemberoerende visserij op biomassa en diversiteit van de bodemdieren en gegevens over de visserij intensiteit in de Voordelta van boomkor-, garnalen-, borden- en schelpdiervisserij, is bepaald dat het effect van bodemberoerende visserij wordt gedomineerd door de boomkorvisserij van Eurokotters (boomkorvisserij met schepen met een motorvermogen van 260-300 pk). Uitsluiting van deze vorm van visserij leidt naar verwachting tot een verhoging van de bodemdierenbiomassa met 10 tot 21 procent. Het weren van de boomkorvisserij uit het bodembeschermingsgebied vermindert de onttrekking van commerciële vis en de bijvangst van ondermaatse vis, wat naar verwachting eveneens een positief effect zal hebben op de compensatie opgave voor jonge vis (Rijnsdorp et al., 2006). Deze verhoging van de bodemdierenbiomassa zal samen met het effect dat er minder vis wordt weggevangen binnen het gebied, zorgen voor een toename in het voedselaanbod voor vogels en vissen. Hiermee zal de kwaliteit van het gebied naar verwachting in voldoende mate verbeteren (Rijnsdorp et al., 2006; VenW, 2008).
De geschatte verhoging van de biomassa van bodemdieren is een globale inschatting, maar kan niet worden doorvertaald naar effecten van individuele soorten (Rijnsdorp et al., 2006). Rekening moet worden gehouden met onzekerheden in de gebruikte modellen en uitgangspunten. Voor het ruimtelijk patroon van de bodemdieren in de Voordelta is uitgegaan van gegevens over 2004. Het is bekend dat biomassa en dichtheden van bodemdieren sterke jaarlijkse fluctuaties kunnen vertonen.
Het effect van toename in visserijsterfte is ook dat er een verschuiving plaats vindt in het groottespectrum van bodemdieren, waarbij het aandeel van grote soorten afneemt. Rijnsdorp et al. (2006) verwachten dat verlaging van de bevissingsfrequentie door boomkorvisserij zal leiden tot een toename in de Shannon Wiener diversiteits index.

In RIKZ (2007) wordt (zonder nadere onderbouwing) onderschreven dat kan worden aangenomen dat vissen profiteren van de vooruitgang van de bodemdiergemeenschap. In het rapport wordt gesteld dat, hoewel verbetering van het ecosysteem lokaal een positief effect zou moeten hebben op de visgemeenschap, er rekening mee wordt gehouden dat er geen relatie gevonden zal worden tussen biomassa toename van de bodemdiergemeenschap en de visgemeenschap.
De inschatting van Rijnsdorp et al. (2006) is gebaseerd op de destijds beschikbare informatie over visserij intensiteiten in de Voordelta en de begrenzing van het Natura 2000-gebied Voordelta. Uit recent onderzoek (Bierman et al., 2009) blijkt de bevissingsfrequentie door de boomkorvisserij 12% lager dan de eerdere schatting van Rijnsdorp et al. (2006). De ruimtelijke verdeling van de boomkorvisserij in de Voordelta in beide studies komt wel overeen. Gebieden met relatief hoge visserij intensiteit liggen direct ten westen van de Maasvlakte, aan de westelijke rand van de Voordelta en in het zuidwestelijk deel van de Voordelta (Bierman et al., 2009; deel B Gebruik).

De visserij komt niet in het gehele gebied in dezelfde mate voor. De effecten van bodemberoerende visserij zijn sterk verschillend, afhankelijk van habitats en gebruikt tuig (Kaiser et al., 2006), en zijn daarnaast ook soortspecifiek. Het effect van de visserij wordt bovenal bepaald door de ruimtelijke overlap tussen de visserij en de bodemdieren, de intensiteit van de visserij en de door de visserij veroorzaakte directe sterfte. Het is

waarschijnlijk dat de visserij zich concentreert in bepaalde gebieden (diepere delen, randen van geulen) en daarmee ook vaker voorkomt op bepaalde typen bodemgemeenschappen.

Samengevat

Verwachte effect
In het bodembeschermingsgebied is de boomkorvisserij met schepen met een motorvermogen groter dan 260 pk (191 kW) niet toegestaan (VenW, 2008). De verwachting is dat er een verbetering van minimaal 10 procent van de bodemdierenbiomassa en het voedselaanbod voor typische/beschermde soorten van habitattype H1110 bereikt kan worden. Deze verbetering is gedefinieerd als een verbetering ten opzichte van de uitgangssituatie (T_0), niet ten opzichte van een ongestoorde situatie:

- Op grond van modelberekeningen is ingeschat dat de maatregel leidt tot een verhoging van de bodemdierbiomassa met 10-21%
- Verwacht wordt dat de maatregel resulteert in een (niet-gekwantificeerde) verhoging van de diversiteit
- Vermindering van de visserijsterfte en bijvangst zal naar verwachting ook een (niet-gekwantificeerd) positief effect op de visgemeenschap hebben

3.3 Ontwikkeling H1110: Evaluatievraag 1c

In de beantwoording van evaluatievraag 1c staat de ontwikkeling van de biomassa van bodemdieren en de hoeveelheid voedsel voor beschermde/typische soorten in het bodembeschermingsgebied centraal. Met andere woorden, hoe ontwikkelen de bodemdieren en vissen zich in het bodembeschermingsgebied ten opzichte van het referentiegebied (zie blauwe blok Figuur 2.1). De biotische processen, zoals competitie tussen soorten, (B4**,** Figuur 2.1) spelen een rol in de aanwezigheid van bodemdieren en of vissen. Deze processen hebben deels een niet-deterministisch karakter en kunnen leiden tot onvoorspelbaar ecosysteemgedrag. Dit maakt deze relaties moeilijk te kwantificeren. Waar dit kan, worden deze relaties meegenomen en/of beschreven. Een vergelijking tussen de ontwikkeling van de bodemdieren in het bodembeschermingsgebied voor en na de instelling van het bodembeschermingsgebied, op basis van de data uit de nulmetingen en de metingen in 2009-2013, geeft op directe wijze inzicht in de veranderingen in het bodembeschermingsgebied voor verschillende soortgroepen. Deze vergelijking kan ook gemaakt worden voor de referentiegebieden. Het verschil in verandering tussen het bodembeschermingsgebied en de referentiegebieden geeft inzicht in het effect van de compensatiemaatregelen. Er moet hierbij rekening gehouden worden met het feit dat de ontwikkelingen in het bodembeschermingsgebied en ook in de Voordelta sterke jaarlijkse (natuurlijke) variatie kunnen vertonen.

3.3.1 Biomassa bodemdieren

Een van de doelen van het monitoringprogramma is te bepalen of een verbetering van ten minste 10 procent aan bodemdierbiomassa per soortgroep in het bodembeschermingsgebied is opgetreden:

- Is de bodemdierbiomassa per soortgroep in het bodembeschermingsgebied in het jaar T_n toegenomen t.o.v. het jaar T_0?
- Is de toename in bodemdierbiomassa per soortgroep in het jaar T_n, ten opzichte van de T_0, in het bodembeschermingsgebied 10% hoger dan die in het referentiegebied?

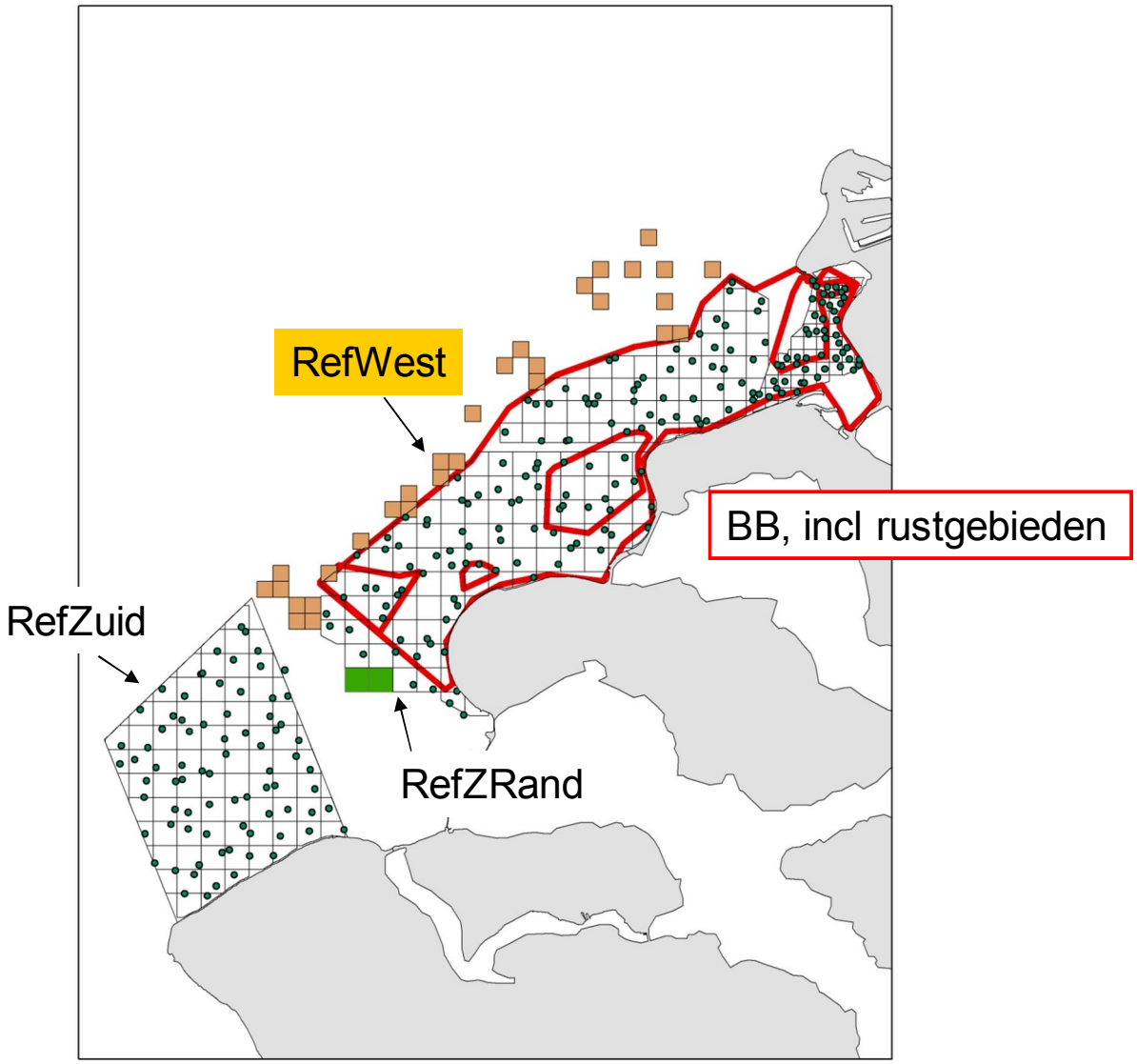
Hierbij moet er rekening gehouden worden met het feit dat de geschatte verhoging van minimaal 10 procent van de biomassa van bodemdieren een globale inschatting is en niet kan worden doorvertaald naar effecten van individuele soorten (Rijnsdorp et al., 2006). Tevens moet er rekening gehouden worden met onzekerheden in de gebruikte modellen en uitgangspunten. Voor het ruimtelijk patroon van de bodemdieren in de Voordelta is uitgegaan van gegevens over 2004. Het is bekend dat biomassa en dichtheden van bodemdieren sterke jaarlijkse fluctuaties kunnen vertonen. Deze fluctuaties kunnen verschillende oorzaken hebben.

Methodiek, bemonstering en beschikbare gegevens
De ontwikkelingen in de bodemdiergemeenschap worden onderzocht door zowel te kijken naar de gegevens van de infauna (die wordt bemonsterd met een box-corer), als naar de epifauna en specifieke informatie over schelpdieren als voedsel voor zee-eenden (die wordt bemonsterd met een bodemschaaf) (zie deel B Benthos).
Op dit moment zijn gegevens uit de T_0 periode (2004-2005, 2007) en T_1 periode (2009) beschikbaar. In 2007 is er geen bemonstering met de bodemschaaf uitgevoerd. De resultaten van de T_0 bemonstering zijn beschreven in Craeymeersch et al., 2004, 2005; Steenbergen & Escaravage, 2006 en Escaravage et al., 2008.

Bemonsterde locaties
Het monitoringprogramma rond bodemdieren is in essentie opgezet volgens een zogenaamd "BACI design[2]" (Green, 1979). In hoofdstuk 6 worden de statistische aspecten van deze opzet nader bediscussieerd. De bemonstering is uitgevoerd in het bodembeschermingsgebied (171 monsters) en een drietal referentiegebieden (RefZuid (78 monsters), RefWest (150 monsters), en RefZrand (12 monsters)) (Figuur 3.1). Er is gekozen voor meerdere referentiegebieden omdat de visserij intensiteit, abiotische karakteristieken en de bodemdiersamenstelling in de Voordelta niet overal gelijk is.

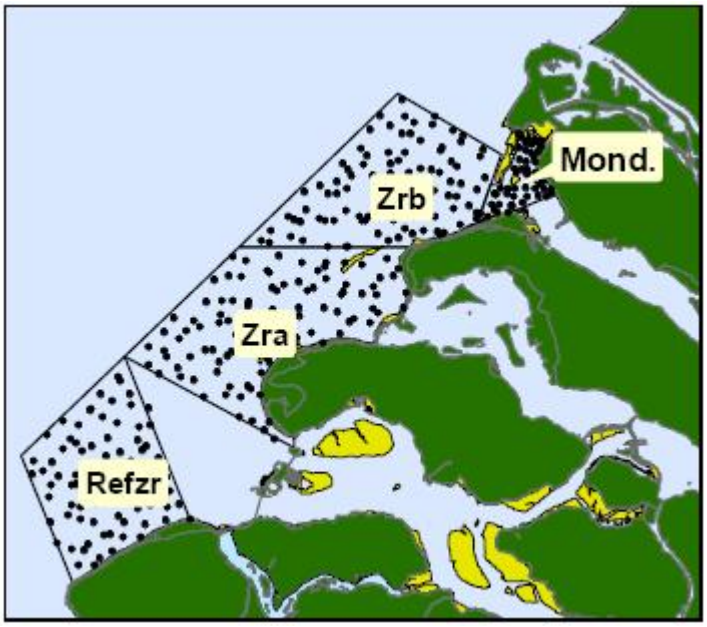
Het zuidelijk referentiegebied is geselecteerd omdat het de meeste eco-morfologische structuren bevat die ook in het bodembeschermingsgebied voorkomen, op voldoende afstand ligt van het bodembeschermingsgebied zodat onderlinge beïnvloeding uitgesloten is, en voldoende groot is om vergelijkbaar te zijn met het bodembeschermingsgebied (RIKZ, 2007). Er zijn wel verschillen tussen de gebieden in zowel abiotische karakteristieken als in bodemgemeenschap (Steenbergen & Escaravage, 2006). Daarom zijn in 2009 aanvullende referentiegebieden geselecteerd, dichter bij het bodembeschermingsgebied. In het gebied ten westen van het bodembeschermingsgebied zijn 30 referentiegebieden van 1 km^2 geselecteerd waarbinnen steeds 5 monsters zijn genomen (RefWest). Voorts is een referentiegebied geselecteerd direct aansluitend aan de zuidelijke rand van het bodembeschermingsgebied (RefZRand). Belangrijkste reden hiervoor zijn de zwarte zee-eenden die zijn aangetroffen op de Zeehondenplaat en de Petroleumbol. RefZRand en RefZuid zijn in 2004-2005 en 2007 tijdens de T_0 bemonstering bemonsterd met de box-corer en met de bodemschaaf in 2004-2005.

2. *In een BACI design (Before-After-Control-Impact) wordt het ecologische effect van een ingreep in een gebied bepaald door metingen voor en na de ingreep uit te voeren (Before-After). Door eveneens metingen te verrichten in een referentiegebied (Control-Impact) kunnen de effecten van 'autonome' ontwikkelingen (veranderingen als gevolg van andere factoren die beide gebieden gemeen hebben) worden onderscheiden van de effecten van de ingreep.*



Figuur 3.1 Ligging van het bodembeschermingsgebied (BB) en de referentiegebieden voor het bodemdierenonderzoek

In het bodembeschermingsgebied zelf zijn de abiotische karakteristieken en samenstelling van bodemdieren ook niet overal gelijk. Op basis van de gemeenschapsstructuur van de bodemdieren (Craeymeersch et al., 1990), de korrelgrootte van het sediment en de diepte zijn drie (deel)gebieden te onderscheiden: de monding van het Haringvliet (Mond), open water in de Voordelta (Zrb), en ondiepe zandbanken (Zra) (Figuur 3.2).
Het mondingsgebied van het Haringvliet is slibrijker dan de rest van het bodembeschermingsgebied. Daarnaast neemt de diepte toe van de monding van het Haringvliet naar het zuiden van het bodembeschermingsgebied. In de analyse van de resultaten zal rekening gehouden moeten worden met de unieke eigenschappen van deze gebieden.



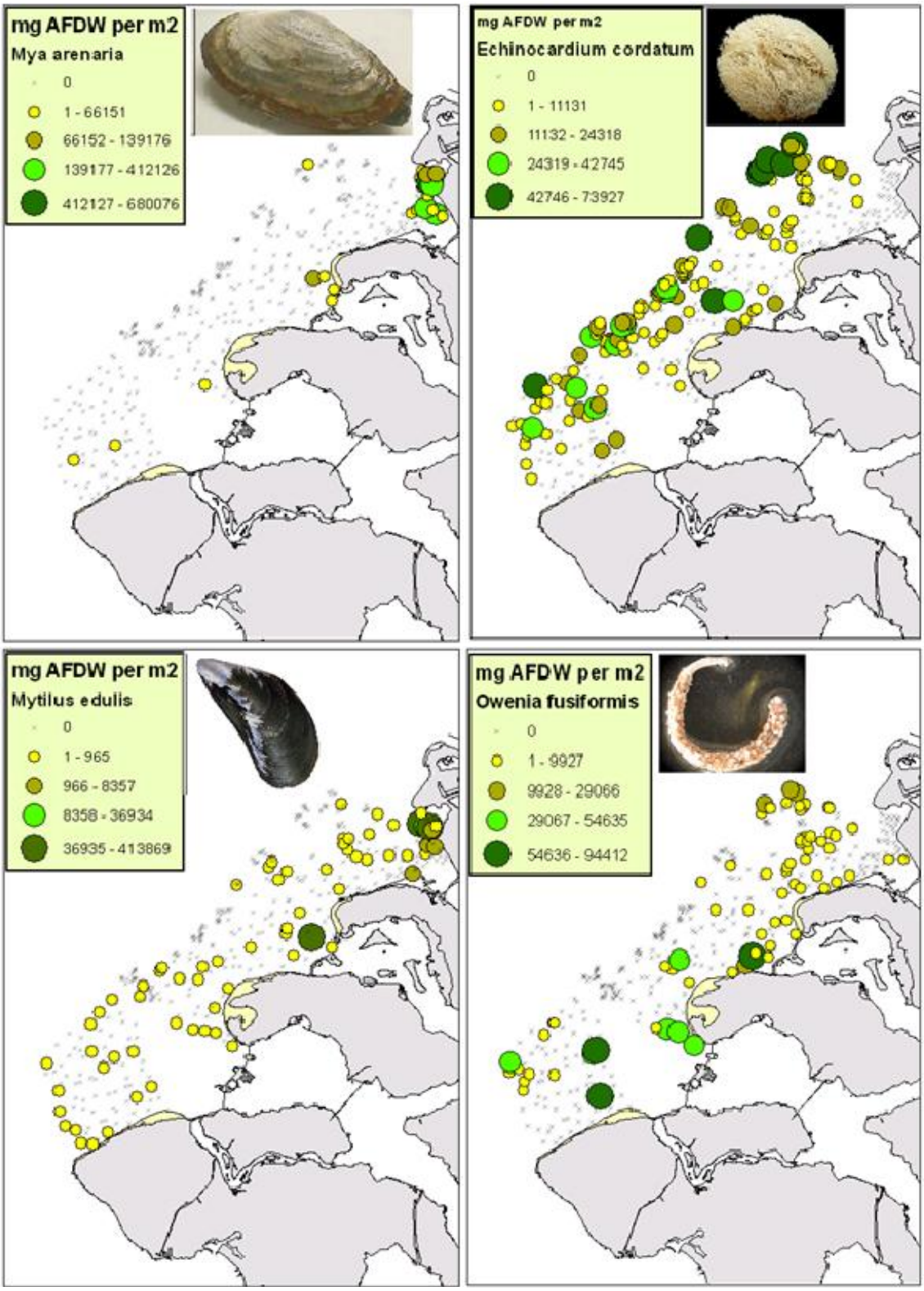
Figuur 3.2 Ligging van de geomorfologische deelgebieden Haringvlietmonding (Mond.), open wateren Voordelta (Zrb), en ondiepe zandbanken (Zra) in het bodembeschermingsgebied (BB)

Bevindingen

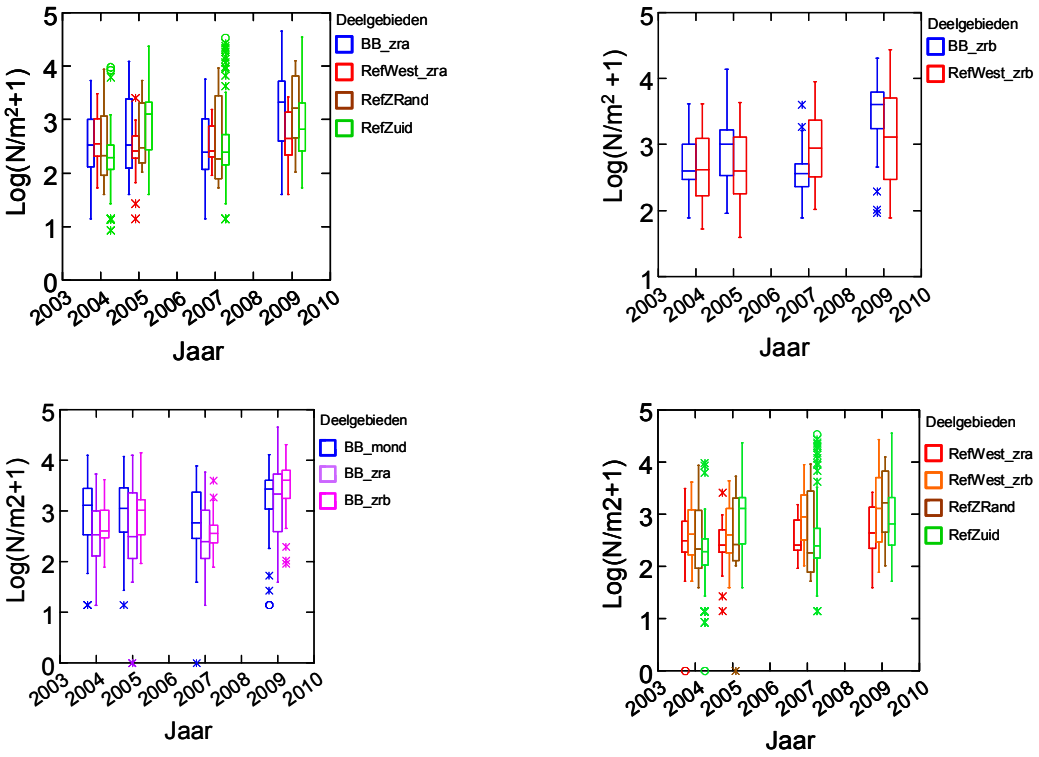
De ontwikkeling in het bodembeschermingsgebied wijkt niet erg af van de ontwikkeling in de referentiegebieden. Uit de bemonstering met behulp van een box-corer blijkt dat in het bemonsterde gebied voornamelijk soorten voorkomen afkomstig van een van de vier taxonomische groepen: borstelwormen (Polychaeta), kreeftachtigen (Crustacea), schelpdieren (Bivalvia) en slakken (Gastropoda). In 2009 zijn er gemiddeld acht verschillende bodemdiersoorten in zowel het referentiegebied als het bodembeschermingsgebied gevonden. In deelgebieden van het bodembescherminggebied en in de verschillende referentiegebieden zijn echter verschillende aantallen soorten aangetroffen. Zo komen er in het noordelijke deel van het bemonsterde gebied (Bb_zrb en RefWest_zrb) gemiddeld meer soorten voor dan in het zuidelijke deel (BB_zra en RefWest_zra). Het mondingsgebied van het Haringvliet gebied wordt gedomineerd door een klein aantal soorten en wijkt daarmee af van de andere gebieden.

De totale biomassa in 2009 wordt in het onderzoeksgebied, wanneer de mesheft (*Ensis*) niet wordt meegerekend[3], voor circa 75% bepaald door vier bodemdiersoorten: strandgaper (*Mya arenaria*), zeeklit (*Echinocardium cordatum*), mossel (*Mytilus edulis*) en de schelpkokerworm (*Owenia fusiformis*). In de onderstaande figuren is te zien dat deze bodemdieren niet overal in de zelfde hoeveelheden voorkomen (Figuur 3.3). In 2009 lag het gemiddelde van de totale biomassa en dichtheid van de bodemdieren van de monsterpunten in de deelgebieden van het bodembeschermingsgebied iets hoger dan in de referentiegebieden. De ruimtelijke variatie in de totale dichtheid en biomassa binnen het bodembeschermingsgebied en de referentiegebieden is aanzienlijk en is groter dan het verschil tussen de gemiddeldes van het bodembeschermingsgebied en de referentiegebieden.
Over de bemonsterde jaren variëren de totale biomassa en dichtheid van de bodemdieren. De variatie tussen de vier bemonsterde jaren is echter beduidend kleiner dan de variatie tussen monsterpunten (Figuur 3.4 en 3.5). Met andere woorden, de ruimtelijke variatie domineert boven de variatie tussen jaren.

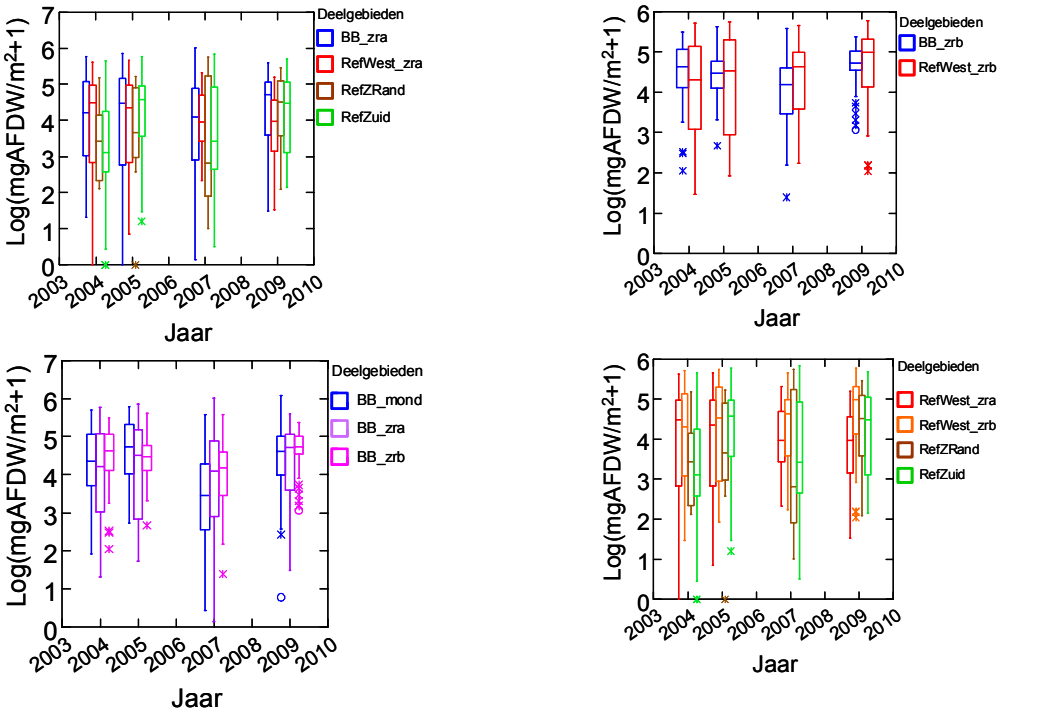
3. *Ensis alleen is verantwoordelijk voor meer dan 70% van de biomassa*



Figuur 3.3 Verspreiding en biomassa van de vier bodemdiersoorten Mya arenaria, Echinocardium cordatum, Mytilus edulis en Owenia fusiformis (data box-corer)

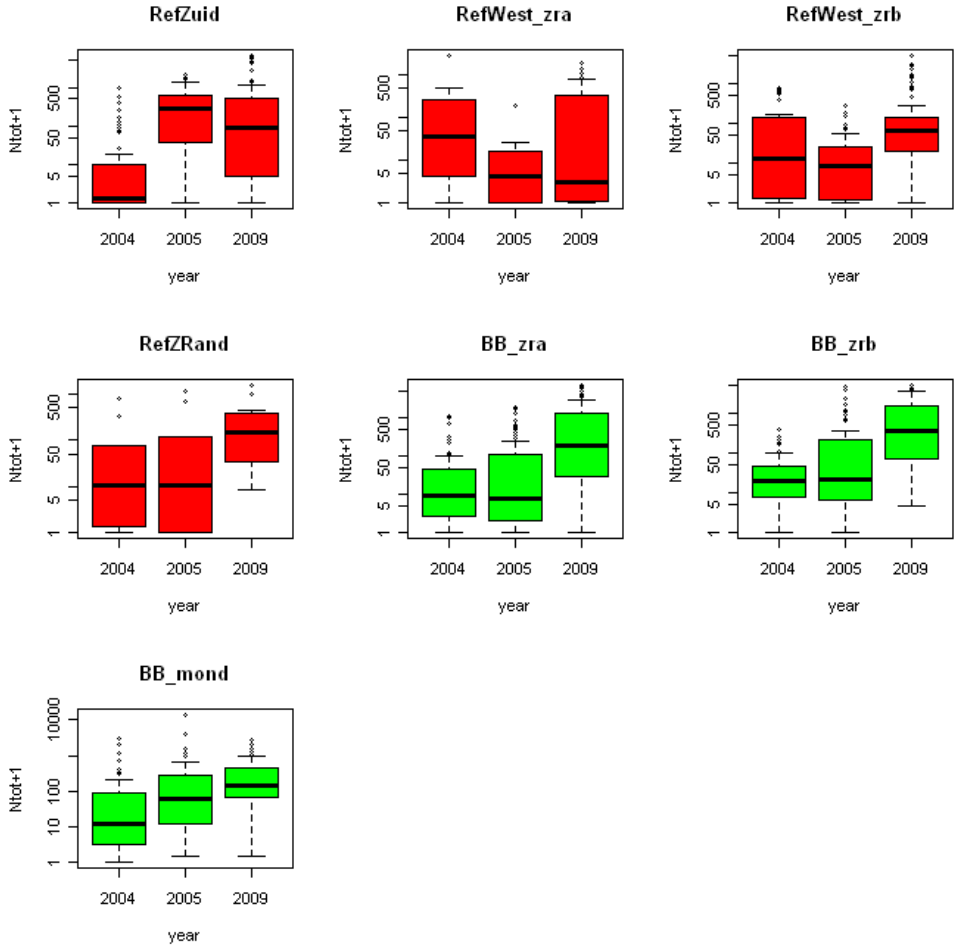


Figuur 3.4 Totale dichtheid van bodemdieren in log(aantal/m^2 + 1) in de verschillende deelgebieden tijdens de vier bemonsteringscampagnes (data box-corer).

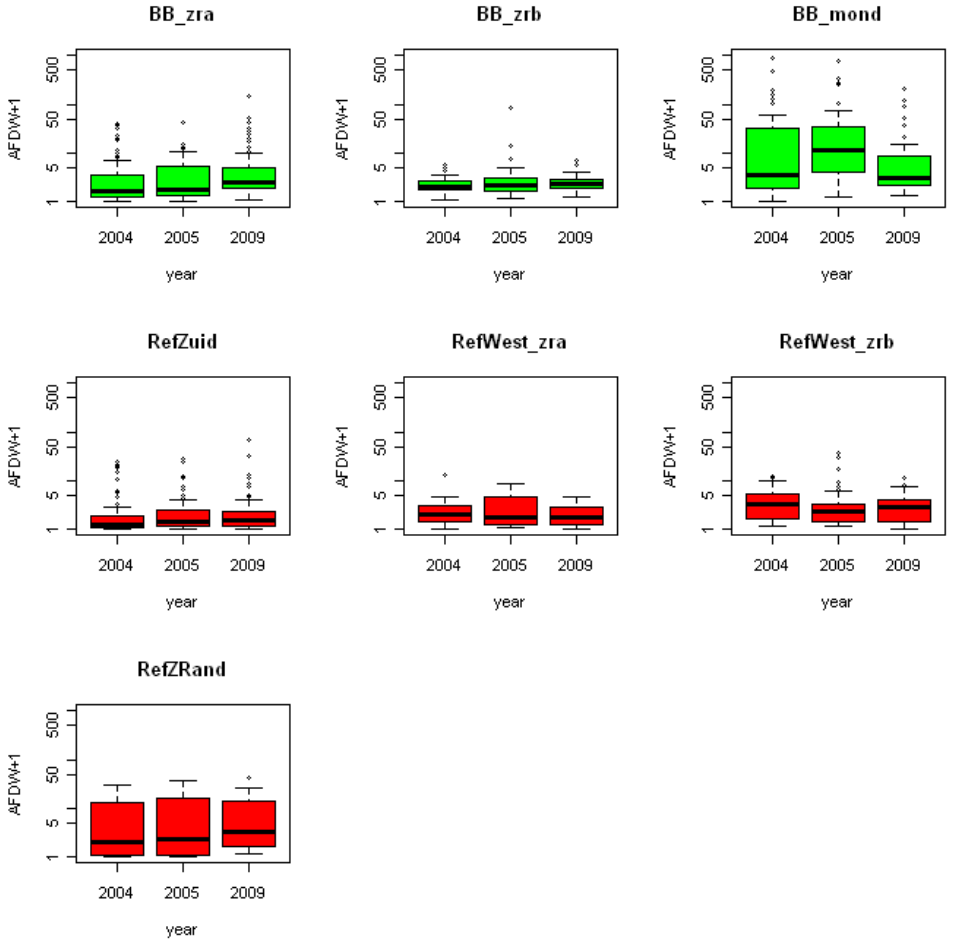


Figuur 3.5 Totale biomassa van bodemdieren in log(asvrijdrooggewicht (AFDW) in mg/m^2 + 1) in de verschillende deelgebieden tijdens de vier bemonsteringscampagnes (data box-corer).

Het epifauna en lokale dichtheden van schelpdieren zijn bemonsterd met behulp van de bodemschaaf. Net als voor de resultaten van de box-corer geldt dat de variatie in dichtheden en biomassa binnen de verschillende deel- en referentiegebieden groot is en van een zelfde orde grootte als de variatie tussen de deel- en referentiegebieden, terwijl de variatie tussen jaren kleiner is (zie Figuur 3.6 en 3.7).

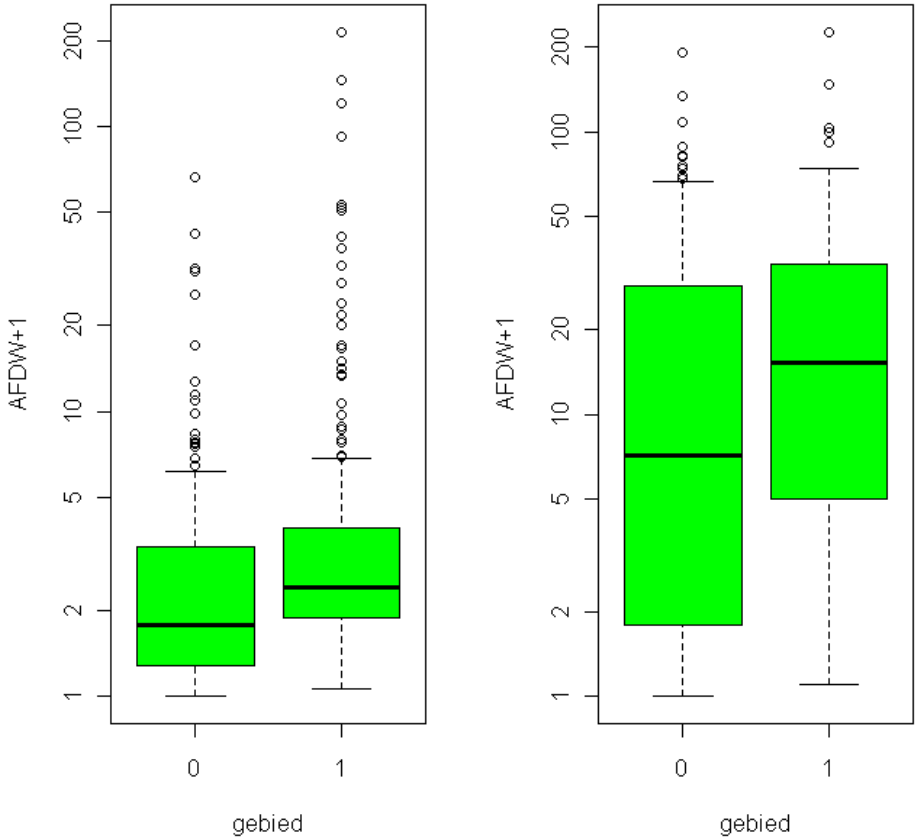


Figuur 3.6 Totale dichtheid van bodemdieren (ind/m^2) in het bodembeschermingsgebied (BB) en de referentiegebieden (gegevens bodemschaaf). De blokjes geven de mediaan en 25 en 75 percentielen, in groen voor het bodembeschermingsgebied en in rood voor de referentiegebieden.



Figuur 3.7 Totale biomassa van bodemdieren in g asvrijdrooggewicht/m^2(AFDW) in het bodembeschermingsgebied (BB) en de referentiegebieden (gegevens bodemschaaf)

In het mondingsgebied van het Haringvliet en in het referentiegebied RefZrand worden de hoogste dichtheden en biomassa's aan schelpdieren in de monsterpunten waargenomen.
Hierbij moet voor biomassa bepaling wel de kantekening gemaakt worden dat de mesheften niet zijn meegenomen omdat hiervan in 2004 en 2005 geen biomassa is bepaald. In 2009 is de biomassa van de mesheften wel bepaald (Figuur 3.8). Hieruit blijkt dat de biomassa in zowel het bodembeschermingsgebied als het referentiegebied wordt gedomineerd door mesheften.



Figuur 3.8 Totale biomassa van bodemdieren in g asvrijdrooggewicht (AFDW) /m^2, exclusief (links) en inclusief (rechts) mesheften (0 = referentiegebied; 1 = bodembeschermingsgebied) (gegevens bodemschaaf).

3.3.2 Voedsel voor beschermde soorten

De beschikbare hoeveelheid voedsel voor beschermde soorten is een van de redenen voor het instellen van het bodembescherminggebied:

- Is het voedselaanbod voor beschermde soorten in het bodembeschermingsgebied in het jaar T_n toegenomen t.o.v. het jaar T_0?
- Is het voedselaanbod voor beschermde soorten in het jaar T_n 10% hoger in het bodembeschermingsgebied dan in het referentiegebied?

Onder de beschermde soorten verstaan we de zwarte zee-eend, visdief en grote stern. Het voedsel voor de zwarte zee-eend bestaat voornamelijk uit schelpdieren terwijl de visdief en grote stern vis eten.

Methodiek, bemonstering en beschikbare gegevens

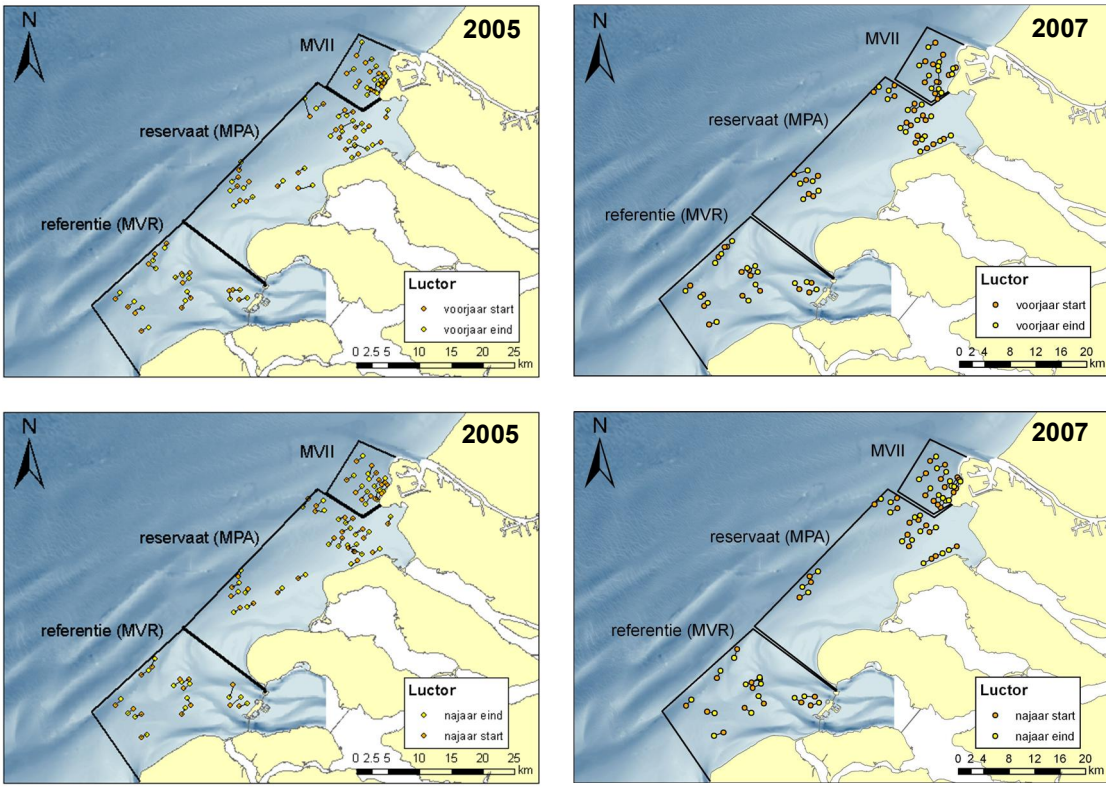
Het voedselaanbod voor de zwarte zee-eend kan worden bepaald uit de gegevens van schelpdieren uit de bodemschaaf en de box-corer. Het formaat van de schelpen is bepalend of de schelpen geschikt voedsel zijn voor de zwarte zee-eend. De volgende lengteklassen kunnen worden onderscheiden (Tabel 3.4):

Tabel 3.4 Grootte klassen geschikte prooidieren voor de zwarte zee-eend

	Mesheften	Andere schelpdieren
Te klein	< 40 mm	< 15 mm
Optimale grootte	40 - 90 mm	15 - 35 mm
Te groot	> 90 mm	>35 mm

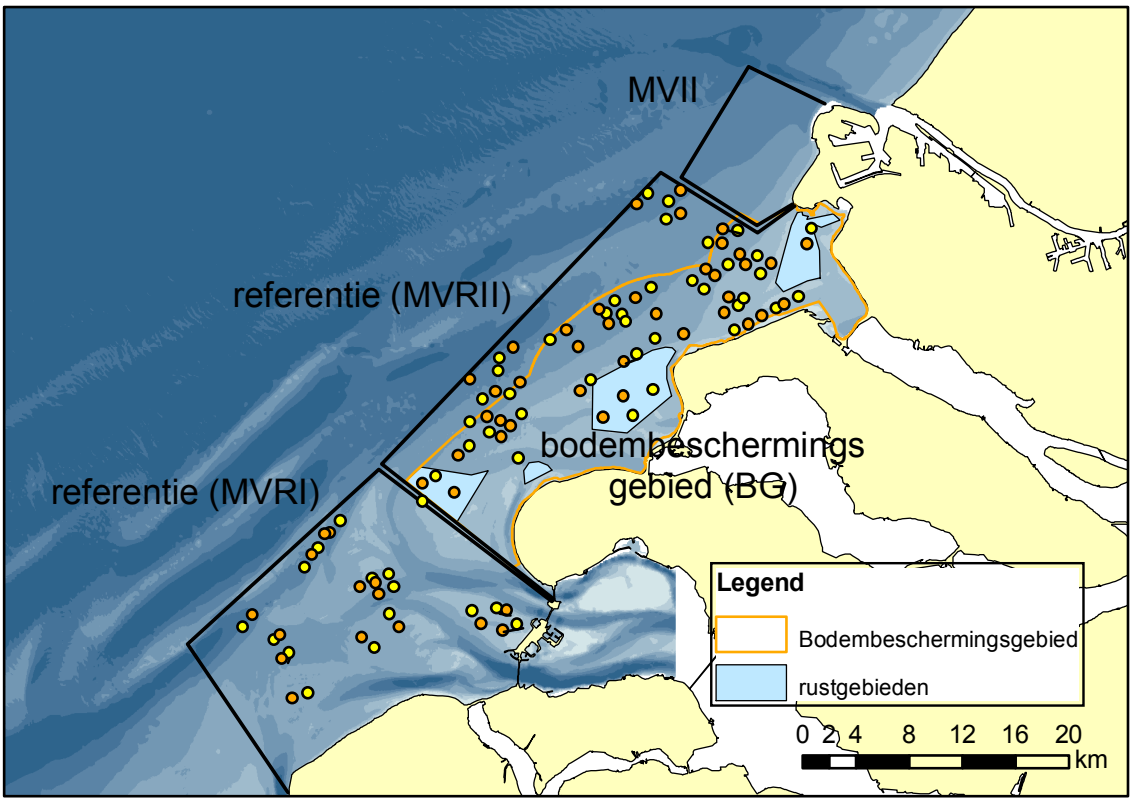
Het voedselaanbod voor de grote stern en visdief wordt onderzocht door de demersale vis in voor- en najaar te bemonsteren met behulp van een garnalenkoor (zie deel B vis).
Op dit moment zijn gegevens uit de T_0 periode beschikbaar (2005, 2007) en gegevens uit de T_1 periode (2009-2010). De resultaten van het T_0 onderzoek zijn beschreven (Tulp et al., 2006; Couperus et al., 2008). Haring, sprot en zandspiering zijn de vissoorten die voornamelijk dienen als voedsel voor de visdief en grote stern. De visdief eet naast deze soorten ook veel zoetwatervis omdat deze soort ook op zoetwater (i.c. Haringvliet) foerageert

Bemonsterde locaties
De locaties waar schelpdieren worden bemonsterd zijn aangegeven in Figuur 3.1
In het visonderzoek wordt in het voor- en najaar gemonsterd in het bodembeschermingsgebied (32 trekken) en twee referentiegebieden, te weten het zuidelijke referentiegebied (MVRII) (15 trekken) en een gebied ten westen van het bodembeschermingsgebied (MVRII) (6 trekken) (Figuur 3.9 en 3.10). De trekken zijn uitgezet naar diepte. In de analyse worden twee diepte klassen onderscheiden: minder dan 10 meter diep en dieper dan tien meter. Het referentiegebied MVRII is ongeschikt als referentiegebied omdat het gebied gemiddeld dieper is. In de analyse is dit gebied dan ook niet meegenomen.



Figuur 3.9 Posities van de trekken met de garnalenkor met de 'Luctor' in voorjaar en najaar tijdens de surveys in 2005 en 2007. De coderingen zijn de oorspronkelijke coderingen voor de instelling van het bodembeschermingsgebied zoals gehanteerd in de rapportages over de nulmetingen (Couperus et al. 2008).

Tijdens de T_0 periode (2005, 2007) zijn er 13 trekken uitgevoerd in het aanleg gebied van de Tweede Maasvlakte. Deze trekken zijn in 2009 en 2010 toegevoegd aan het bodembeschermingsgebied waarmee het aantal trekken in het bodembeschermingsgebied op 32 is gekomen.

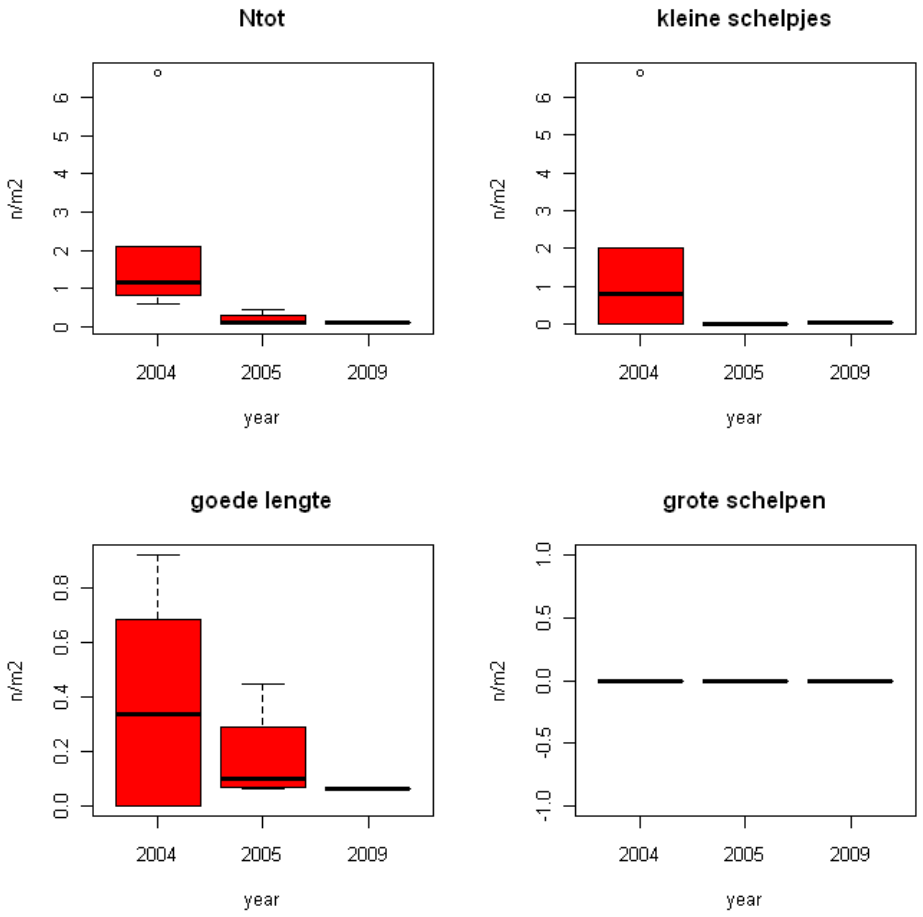


Figuur 3.10 Posities van de trekken met de garnalenkor met de 'Luctor' in voorjaar en najaar tijdens de surveys in 2009 en 2010. De zwarte lijnen markeren de oorspronkelijke gebiedsgrenzen. De oranje lijn geeft het definitieve ingestelde bodembeschermingsgebied aan. Oranje en gele bolletjes duiden begin resp. einde van de trekken aan.

Het bodembeschermingsgebied en de referentiegebieden kennen verschillen in abiotische karakteristieken. Van andere mogelijke referentiegebieden in de Voordelta is ingeschat dat die teveel afwijken van het bodembeschermingsgebied om te kunnen dienen als referentiegebied. Om die reden is er voor gekozen de resultaten van de jaarlijkse Demersal Fish Survey (DFS) in de Voordelta te gebruiken als referentie voor langjarige trends.

Bevindingen potentieel voedsel voor de zwarte zee-eend
Zoals in de voorgaande paragraaf weergegeven worden in het mondingsgebied van het Haringvliet en het referentiegebied RefZrand de hoogste dichtheden en biomassa's aan schelpdieren waargenomen. Het aantal potentiële voedselprooien voor de zwarte zee-eend wordt voornamelijk bepaald door mesheften. De grootte van de schelpdieren bepaalt of de schelpen geschikt zijn als voedsel.

De 'Bollen van het Nieuwe Zand' is een van de rustgebieden voor de zwarte zee-eend. In de onderstaande figuur (Figuur 3.11) is het aantal schelpdieren van geschikte grootte in het rustgebied 'Bollen van het Nieuwe Zand' weergegeven. In deze figuur zijn de mesheften niet meegenomen omdat hier in 2004 en 2005 de lengte en breedte niet van is bepaald.

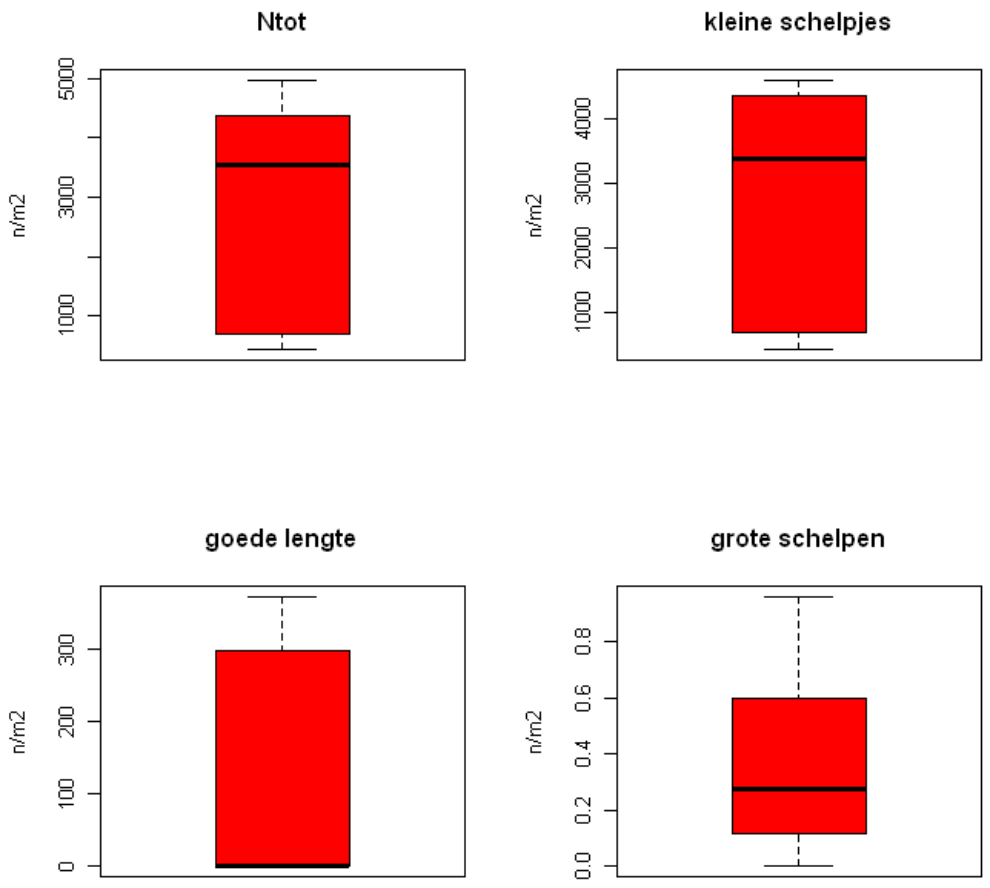


Figuur 3.11 Veranderingen in de tijd van het aantal tweekleppige schelpdieren (exclusief mesheften) in het rustgebied 'Bollen van het Nieuwe Zand' (data bodemschaaf)

De hoeveelheid mesheften in dit gebied was in 2009 zeer hoog ten opzichte van 2004 en 2005 maar de meeste mesheften waren te klein als prooi (Figuur 3.12).

Bevindingen potentieel voedsel voor de grote stern en visdief

De variatie in dichtheden tussen de trekken, gebieden (bodembeschermingsgebied referentiegebied MVRI), seizoenen en jaren in de bemonstering van demersale vis is groot. Van belang is hierbij dat in het bodembeschermingsgebied in 2009 nieuwe monsterlocaties zijn toegevoegd, die met name in het gebied, dieper dan 10 m liggen. Daarnaast is het relatieve aandeel diepe monsterlocaties in het referentiegebied groter dan in het bodembeschermingsgebied. De jaarlijkse bemonstering van demersale vis in de Voordelta kustzone laat zien dat er langjarige trends in de dichtheden van soorten optreden. Zo nemen o.m. zeedonderpad, schurftvis en dwergtong in aantallen toe, terwijl tong en bot een afname vertonen. Deze jaarlijkse veranderingen en langjarige trends worden waargenomen op een ruimtelijke schaal die veel groter is dan die van het onderzoeksgebied.



Figuur 3.12 Dichtheid (ind/m^2) van mesheften in het rustgebied "Bollen van het Nieuwe Zand" in 2009: totale dichtheid en dichtheid in de lengteklasses <4 cm, 4-9 cm, en >9 cm (gegevens bodemschaaf).

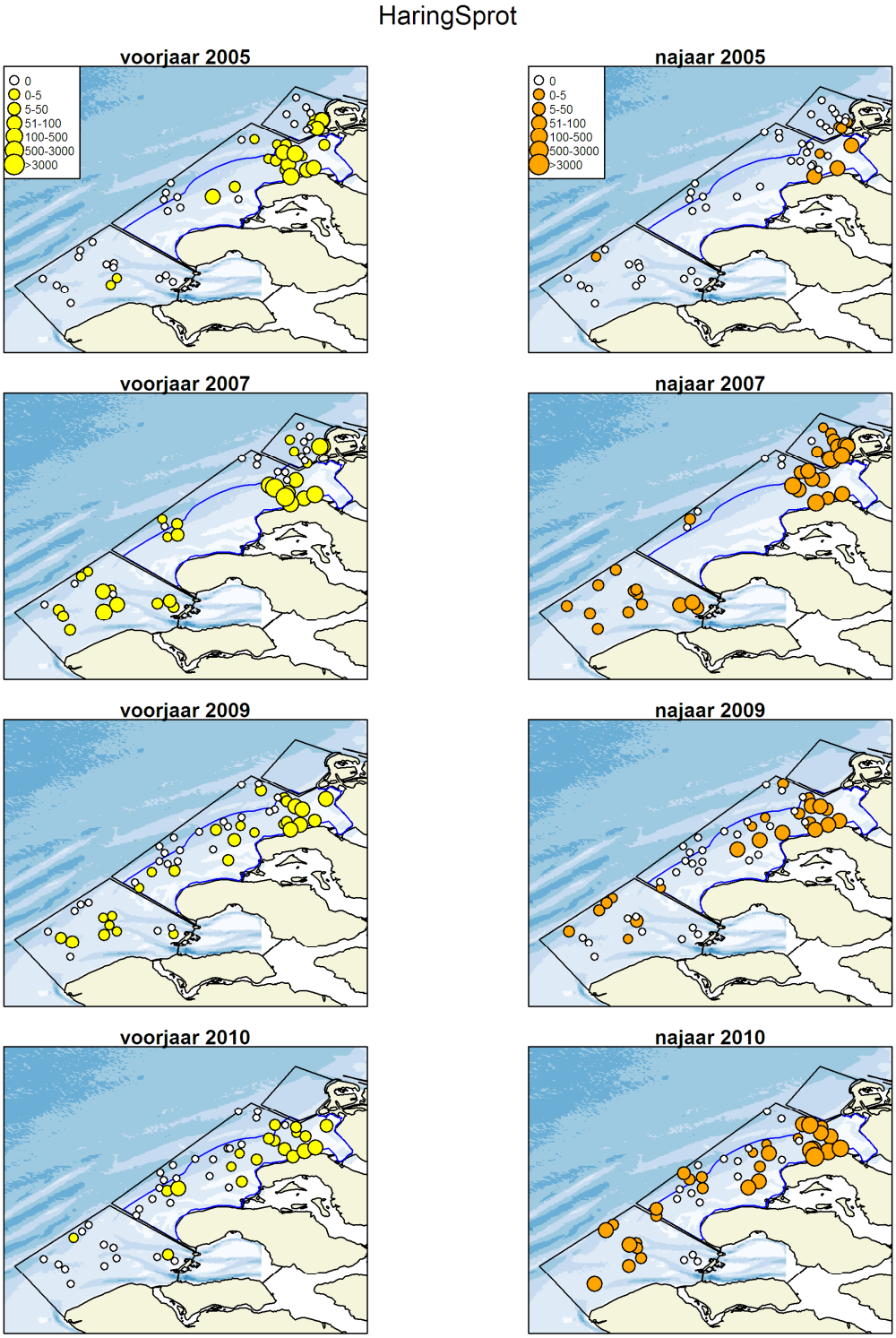
De hoogste concentraties vissen zijn voor het Haringvliet en de Oosterschelde waargenomen. Op bijna alle stations zijn de gewone garnaal, grondel, schol en schar gevangen. Kleine pieterman, pitvis, schurftvis en dwergtong werden vooral gevangen op de diepere stations (> 10 m beneden NAP). Haring/sprot, wijting en in het voorjaar ook grondel en schol zijn voornamelijk gevangen in de ondiepere zones (< 10 m beneden NAP).
Uit de gebiedsgewijze analyse tussen de jaren voor instelling van het bodembeschermingsgebied (2005, 2007) en de jaren daarna (2009, 2010) blijkt dat sommige soorten (b.v. kleine pieterman, pitvis) altijd in hogere dichtheden aanwezig zijn in het referentiegebied dan in het bodembeschermingsgebied. Voor andere soorten geldt het omgekeerde (b.v. grondels en bot). Wijting is minder aanwezig in het voorjaar in het bodembeschermingsgebied in de T_1. In het referentiegebied zijn in 2005 lage aantallen gevangen, vergelijkbaar met de T_1metingen. In het najaar is in beide gebieden geen verschil voor en na de instelling van het bodembeschermingsgebied. Voor de overige vissoorten en gewone garnaal zijn er zowel in het voor- als najaar geen significante verschillen te zien tussen de T_0 en T_1 metingen (Figuur 5.3.1 en 5.3.2 in deel B, onderdeel Vis).

Uit de paarsgewijze analyse tussen de jaren voor instelling van het bodembeschermingsgebied (2005, 2007) en de jaren daarna (2009, 2010) blijkt dat er geen

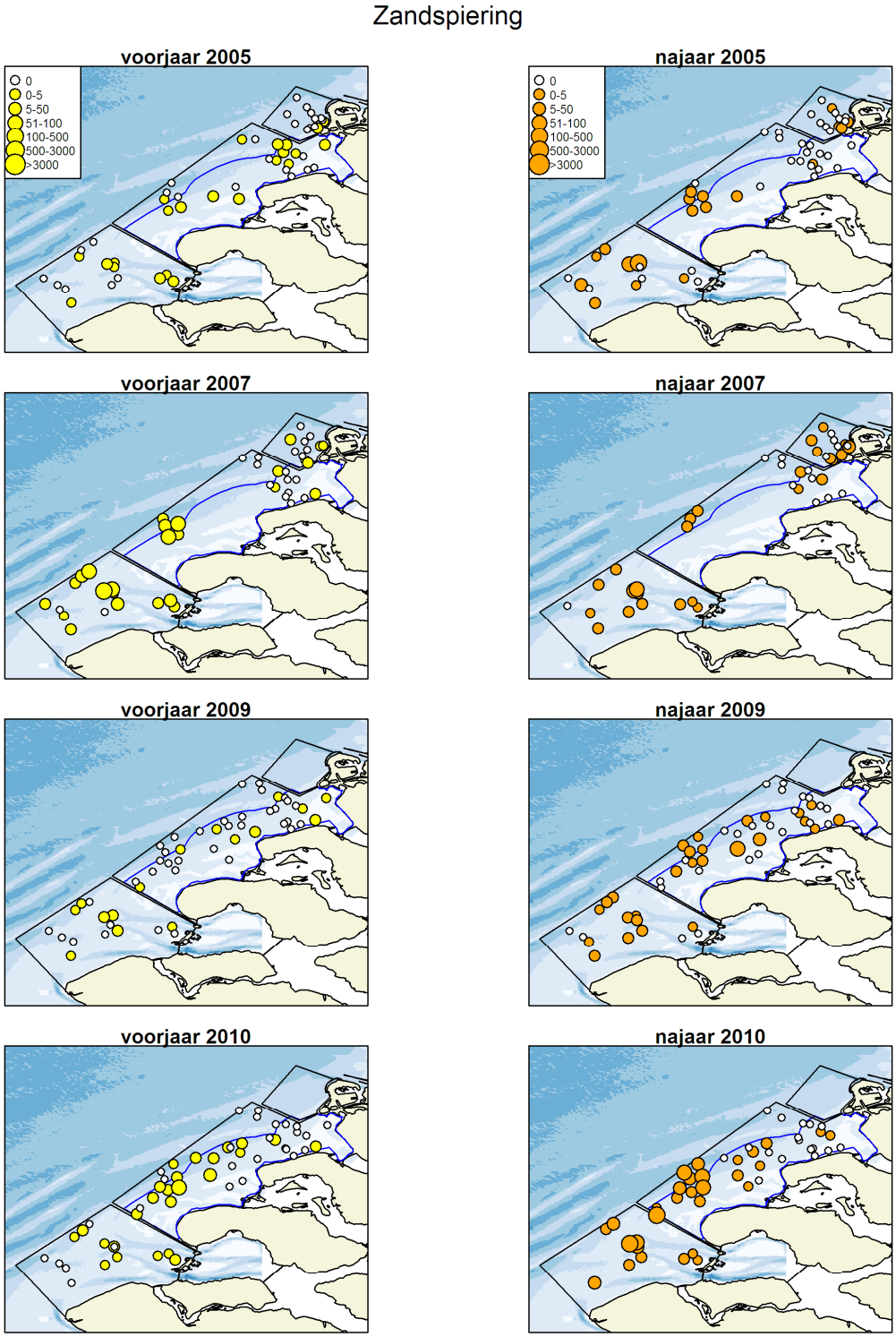
eenduidig signaal is wat betreft de toe- en afnames: bij sommige soorten is de verandering groter in het bodembeschermingsgebied, bij andere soorten in het referentiegebied. In erg weinig gevallen (schurftvis, pitvis en zandspieringen in het voorjaar en haring/sprot en dwergtong in het najaar) zijn de veranderingen ook daadwerkelijk significant. Ook zijn deze veranderingen niet eenduidig, voor haring/sprot en zandspieringen in het voorjaar geldt dat de toename in het bodembeschermingsgebied groter is geweest dan in het referentiegebied, maar voor pitvis is het omgekeerde het geval. In het najaar wijzen alle veranderingen wel in dezelfde richting: grotere toename in het bodembeschermingsgebied.

Haring, sprot en zandspiering worden door de visdief en grote stern gegeten. De verspreiding van deze soorten is weergeven in de figuren 3.13 tot en met 3.15.

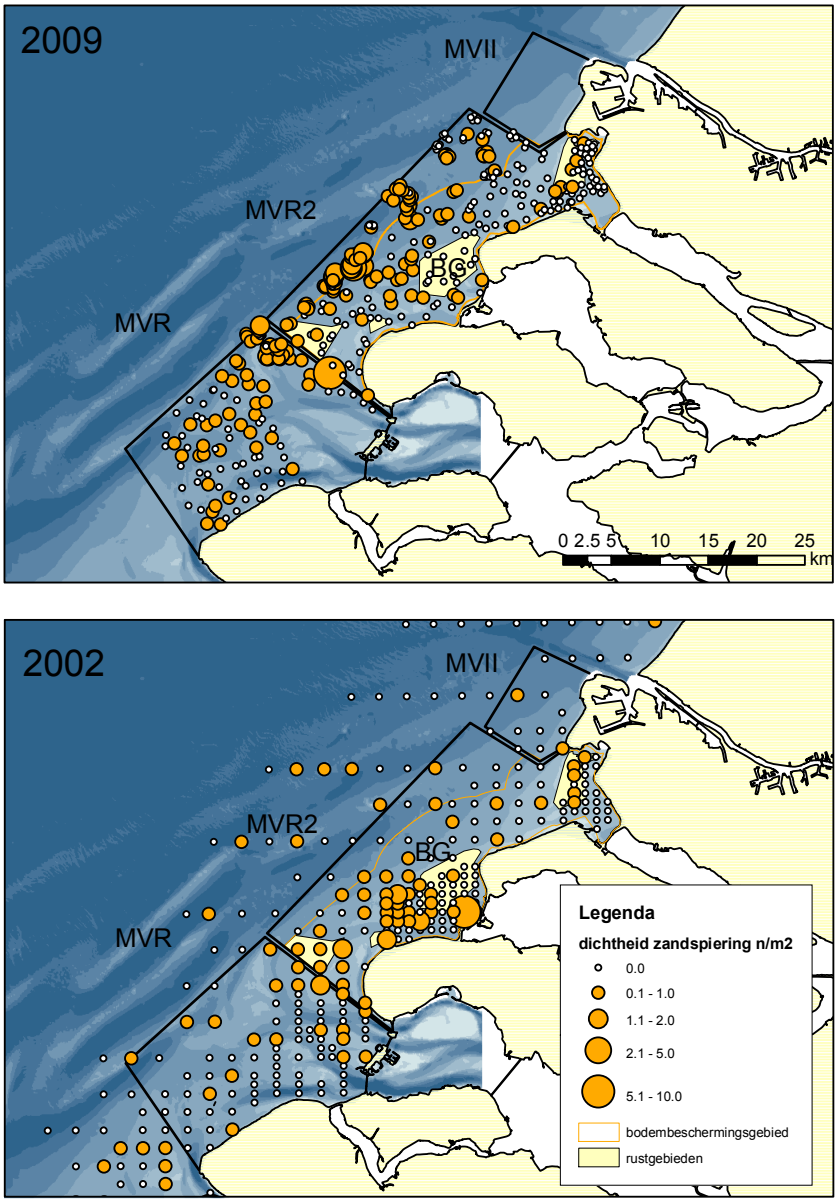
Zandspiering graaft zich in in het zand. Hierdoor worden de vrij zwemmende exemplaren gevangen tijdens de vis survey (Figuur 3.14) en de ingegraven exemplaren tijdens de bodemdierbemonstering (Figuur 3.15)



Figuur 3.13 Verspreiding van haring en sprot in voor- en najaar in 2005, 2007, 2009 en 2010. NB. Dit is geen gebiedsdekkend beeld aangezien de bemonsteringsopzet diepteafhankelijk is.



Figuur 3.14 Verspreiding van zandspieringen (alle soorten) in voor- en najaar in 2005, 2007, 2009 en 2010 (gegevens visbemonstering).



Figuur 3.15 Verspreiding van zandspieringen (alle soorten) in najaar 2002 en 2009 (gegevens bodemschaaf).

3.3.3 Voedsel voor typische soorten

Treedt er een voldoende toename van voedsel voor typische vissoorten op in het bodembeschermingsgebied?

- Welke typische vissoorten eten bodemdieren?
- Waar bestaat het voedsel voor deze typische vissoorten uit?
- Is het voedselaanbod voor deze typische vissoorten in het bodembeschermingsgebied in het jaar T_n toegenomen t.o.v. het jaar T_0?
- Is het voedselaanbod voor typische vissoorten in het jaar T_n 10% hoger in het bodembeschermingsgebied dan in het referentiegebied?

Methodiek, bemonstering en beschikbare gegevens

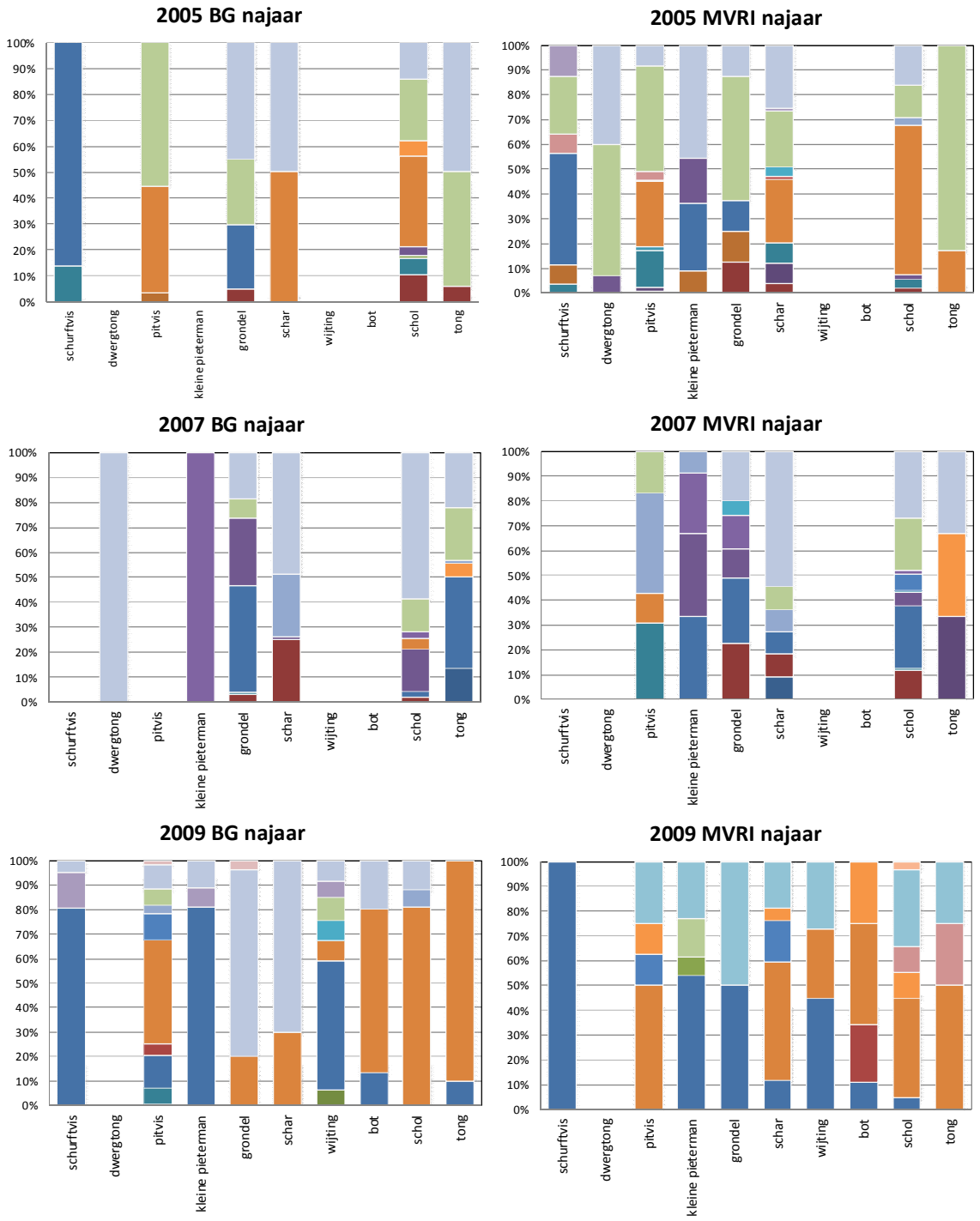
Het voedselaanbod voor typische vissoorten kan worden bepaald uit de bodembemonstering (box-corer en bodemschaaf) en de maaganalyses van de vissurveys.
Het dieet van vissen hangt af van de leeftijd (en grootte) van de vis. Tijdens elke vissurvey zijn voor vijf individuen per cm-klasse, per soort en per deelgebeid de magen verzameld.

Bevindingen

Het dieet van de verschillende vissoorten vertoont veel variatie tussen het bodembeschermingsgebied en referentiegebied, maar ook tussen de seizoenen en de verschillende jaren voor zowel het bodembeschermingsgebied als de referentiegebieden gebieden. De meeste vissen eten wat er aan voedsel voorhanden is waardoor ze een goede indicator zijn voor veranderingen in de bodemdieren die als voedsel dienen. De meest voorkomende prooisoorten waren mesheften, garnalen en borstelwormen (Figuur 3.16). Opvallend is de toename van mesheften in het dieet in 2009 in het referentiegebied in het voorjaar en in beide gebieden in het najaar. In 2009 heeft er een grote broedval van mesheften plaatsgevonden. Waarschijnlijk zijn de kleine mesheften makkelijker te pakken te krijgen omdat deze zich minder diep ingraven en voor bepaalde kleinere vissoorten de juiste prooimaat (Tulp et al. 2010). Het aandeel garnalen in het dieet is toegenomen in zowel het bodembeschermingsgebied als de referentiegebieden. Dit komt overeen met de verspreiding van de garnalen. De consumptie van borstelwormen is constant gebleven.

- zand
- niet geidentificeerd org
- larven
- Vis
- Polychaeta
- Platyhelminthes
- Pelecypoda
- Nereidae
- Nemertea
- Mysidacea
- Hydrozoa
- Gastropoda
- Ensis
- Echinodermata
- Decapoda
- Cumacea
- Crustacea
- Crangonidae
- Caridea
- Brachyura
- Anomura
- Anisakis
- Amphipoda
- Actiniaria

Legenda van de prooisoorten uit Figuur 3.16



Figuur 3.16 Het dieet van verschillende vissoorten in het najaar voor de jaren 2005, 2007 en 2009. (Legenda zie vorige pagina)

3.4 Effecten van de maatregel (instellen bodembeschermingsgebied) en andere factoren: Evaluatievraag 1d

Bij de beantwoording van evaluatievraag 1d staat de invloed van de compensatiemaatregel (instellen bodembeschermingsgebied) en die van andere factoren op de ontwikkeling van de

bodemdieren en vissen centraal. De biomassa van bodemdieren wordt beïnvloed door de bodemberoerende visserij o.a. als gevolg van beschadiging door het vistuig (effectrelatie **B1**). De hypothese is dat het verbod van de boomkorvisserij met schepen boven de 260 pk in het bodembeschermingsgebied (effectrelatie **M2**) leidt tot een toename in de biomassa van bodemdieren.
De bodemdiergemeenschap wordt voor een deel bepaald door verschillende abiotische factoren zoals de morfologie, hydrodynamiek, waterkwaliteit en sedimentsamenstelling. Veranderingen in deze abiotische factoren als gevolg van de aanleg van de Tweede Maasvlakte, de bodemberoerende visserij of autonome ontwikkelingen kunnen doorwerken op de bodemdiergemeenschap (effectrelatie **B2**). Daarnaast moet er rekening gehouden worden met externe factoren die ook van invloed kunnen zijn op de bodemdiergemeenschap, zoals effecten van meteorologie of effecten van ingrepen buiten de Voordelta (effectrelatie **B3**).
Bodemdieren zijn een voedselbron voor respectievelijk de zwarte zee-eend (effectrelatie **Z2**) en typische vissen. Een verbetering in bodemdieren resulteert in een verbetering van het voedselaanbod. Daarnaast zijn bepaalde soorten vis op hun beurt weer een voedselbron voor de grote stern en visdief (effectrelatie **V2/G2**).

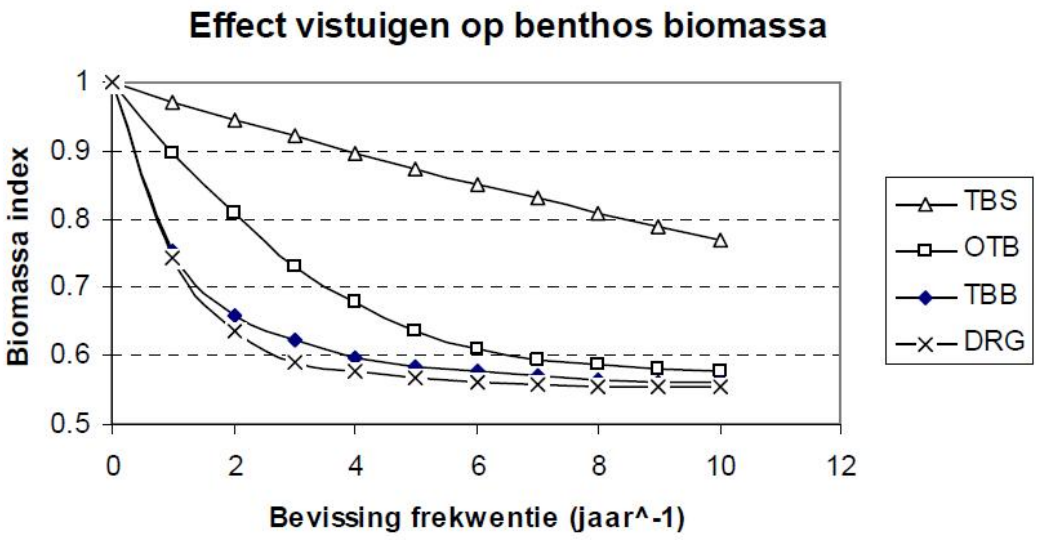
In deze paragraaf ligt de focus op evaluatievraag 1d, effecten van veranderingen in gebruik (B1) en abiotische factoren (B2) op aanwezige bodemdieren en vissen. De effecten van de verandering in het voedselaanbod op de beschermde vogels worden in hoofdstuk vier en vijf nader beschreven.

3.4.1 Maatregel: Instelling bodembeschermingsgebied (M2)

Het doel van de maatregel ‘Instelling bodembeschermingsgebied’ is dat de impact van de bodemberoerende visserij op de bodemdieren wordt verminderd.

- Wat is de invloed van het instellen van het bodembeschermingsgebied (uitsluiten van de boomkorvisserij met schepen groter dan 260 pk) op de bodemdieren en vissen van H1110?

Visserij heeft een direct effect als gevolg van het fysieke contact van het vistuig met de bodemdieren. Op basis van relatieve visserijsterftes als gevolg van verschillende vormen van visserij (effect garnalenvisserij en schelpdiervisserij respectievelijk 15% en 150% ten opzichte van het effect van boomkorvisserij) zijn responscurves voor verschillende visserijtuigen bepaald. De voorspelde afname van bodemdierenbiomassa als gevolg van toenemende bevissingsfrequentie is het grootst voor een schelpdierdreg en het kleinst voor een garnalenkor (Figuur 3.17) (Rijnsdorp et al., 2006).



Figuur 3.17 De verandering in de biomassa van het benthos (index voor het schelpvrij versgewicht) onder invloed van de visserij met gesleepte vistuigen (TBB=boomkor; OTB=borden trawl; TBS=garnalen trawl; DRG=schelpdier dreg).

Op basis van deze relatie en de destijds beschikbare informatie over visserij intensiteiten in de Voordelta en de begrenzing van het Natura 2000-gebied Voordelta is de effectiviteit van de maatregel ingeschat.

3.4.2 Effecten van gebruik (B1)

Er vinden verschillende activiteiten plaats in het bodembeschermingsgebied en de referentieperioden. De bodemberoerende visserij heeft een impact op de bodemdiergemeenschap en aanwezige vissen.

De maatregel, 'instelling bodembeschermingsgebied' heeft een direct effect op het gebruik van het gebied voor visserij en daarmee op de impact van de bodemberoerende visserij op de bodemdiergemeenschap.

- Is de intensiteit van de boomkorvisserij met schepen groter dan 260 pk in het bodembeschermingsgebied afgenomen in het jaar T_n t.o.v. het jaar T_0
- Is de intensiteit van de boomkorvisserij met schepen groter dan 260 pk in het referentiegebied veranderd in het jaar T_n t.o.v. het jaar T_0

Methodiek, bemonstering en beschikbare gegevens

De monitoring van gebruiksfuncties heeft plaatsgevonden door middel van luchtwaarnemingen en landwaarnemingen. Daarnaast zijn gegevens over het voorkomen van verschillende vormen van visserij ontleend aan VMS data[4] (Deel B Gebruik). De analyse van deze data is uitgevoerd volgens de methode beschreven in Bierman et al. (2009).

Er wordt gevlogen in drie kustparallelle vluchtlijnen. Wanneer een activiteit wordt waargenomen wordt er tijdelijk van de vluchtlijn afgeweken om de precieze locatie van de activiteit te bepalen. Tijdens de T_0 periode (2005 – 2006) zijn 19 luchtwaarnemingen uitgevoerd waarbij op 12 vluchten het zuidelijk referentiegebied niet is meegenomen

4. *VMS (Vessel monitoring system) is een systeem waarmee gegevens over positie, snelheid en vaarrichting worden doorgestuurd naar de AID (Algemene Inspectie Dienst).*

(Seegers et al, 2006). Tijdens de T_1 periode (2009-2010) is er maandelijks op circa twee dagen gevlogen. In de winterperiode wordt 10 keer gevlogen in de zomerperiode 15 keer.
De landwaarnemingen worden 2 keer per meetdag uitgevoerd.
De nadruk ligt bij deze landwaarnemingen op de waterrecreatie. In de winterperiode is op 12 dagen gemeten en in de zomerperiode op 21 dagen. Tijdens de T_0 periode (2005-2006) is er op 18 dagen gemeten. De scheepscode van de waargenomen schepen was in veel gevallen niet goed zichtbaar, waardoor het niet mogelijk was om te achterhalen om wat voor type schip (boven of beneden 260 pk) het ging.

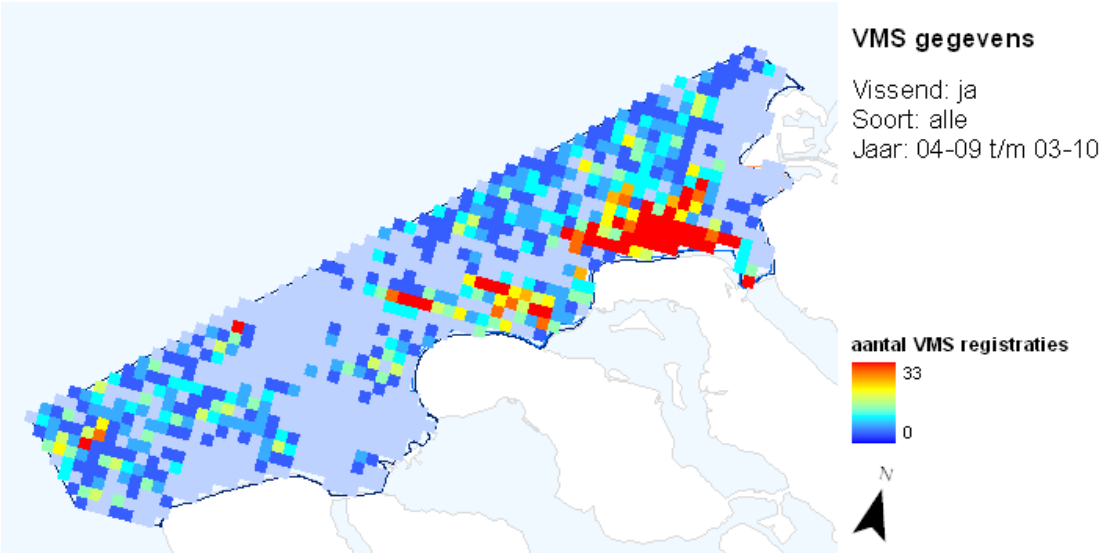
Bemonsterde locaties
De luchtwaarnemingen beslaan de gehele Voordelta waarbij de prioriteit ligt bij de waarnemingen van bodemberoerende visserij.
De landwaarnemingen beslaan vijf locaties nabij de rustgebieden (Slufter, Rockanje, Visserhoek, Brouwersdam en Haamstede).

Bevindingen
De bodemberoerende visserij komt niet in het gehele gebied in dezelfde mate voor en ook over de jaren zijn er grote verschillen (Figuur 3.18, 3.19). De boomkorvisserij vertoont de laatste jaren een aanzienlijke daling in activiteit. Uit gegevens van Bierman et al. (2009) blijkt dat het aantal zeedagen van de boomkorvisserij >260 pk in de Voordelta in 2006 gehalveerd is ten opzichte van 2004-2005. Deze daling in de Voordelta was sterker dan de daling in aantal zeedagen in het gehele ICES kwadrant 32F3 waar de Voordelta een onderdeel van is. Na 2006 is een verdere daling in het aantal zeedagen opgetreden, zowel in het gehele ICES kwadrant 32F3 (ca 3100 km^2) als in de Voordelta (922 km^2) (Tabel 3.5).
De effecten van bodemberoerende visserij zijn sterk verschillend, afhankelijk van het habitat en het gebruikte tuig (Kaiser et al., 2006), en zijn daarnaast ook soortspecifiek. Het is waarschijnlijk dat de visserij zich concentreert in bepaalde gebieden (diepere delen, randen van geulen) en daarmee ook vaker voorkomt op bepaalde typen bodemgemeenschappen.

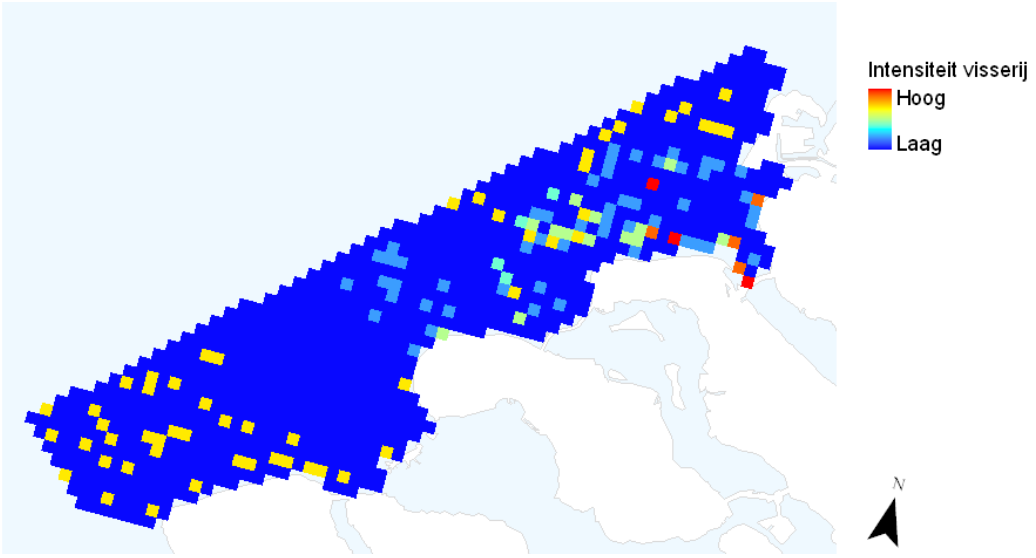
Tabel 3.5 Het voor de boomkorvisserij totale aantal zeedagen in ICES kwadrant 32F3 (omvat Voordelta en deel van Noordzee ten westen van Voordelta) en het geschatte aantal zeedagen in de Voordelta (Bierman et al., 2009)

periode	32/F3	Voordelta
2001-2008	12640	4114
2001-2003	5777	1104
2001-2005	9528	3378
2004	1863	754
2005	1888	688
2006	1377	355
2007	969	368
2008	766	226

In 2005 was de concentratie vissende boomkorren in en buiten het huidige bodembeschermingsgebied ongeveer gelijk. In de jaren daarna is de boomkorvisserij richting het zuidelijk referentiegebied en de zeewaartse buitengrens van het Natura 2000-gebied Voordelta verschoven.
In 2009 vond de meeste boomkorvisserij plaats in het zuidelijk referentiegebied en tegen de zeewaartse buitengrens van het Natura 2000-gebied Voordelta. Er vond weinig boomkorvisserij plaats binnen het bodembeschermingsgebied.
Het aantal garnalenkorren wisselt door de jaren heen. Er is geen duidelijke toe- of afname zichtbaar. Garnalenvisserij vindt plaats in het gehele Natura 2000-gebied Voordelta, maar in 2006, 2007 en 2009 vond het merendeel van de garnalenvisserij plaats in het gebied tussen de rustgebieden Hinderplaat en Bollen van de Ooster.
Het aantal bordentrawls is in alle jaren laag.



Figuur 3.18 Intensiteit bodemberoerende visserij voor alle typen op basis van de VMS gegevens.



Figuur 3.19 Intensiteit bodemberoerende visserij voor alle typen op basis van de veldwaarnemingen.

De dichtheden en biomassa van bodemdiersoorten vertonen fluctuaties tussen jaren, als gevolg van verschillen in rekrutering. Vooral voor bodemdieren geldt dat dit tot grote jaarlijkse verschillen kan leiden (zie figuren 3.4 t/m 3.7). De dichtheden en biomassa van bodemdieren wordt in belangrijke mate bepaald door het aandeel van mesheften (*Ensis*). In 2009 heeft een grote broedval plaatsgevonden, die zowel in het bodembeschermingsgebied als in de referentiegebieden tot een aanzienlijke verhoging van de dichtheden en biomassa van bodemdieren heeft geleid (zie Figuur 3.8). In de mondingsgebieden van Haringvliet en Grevelingen zijn in 2009 grote hoeveelheden mosselen aangetroffen. Dit heeft er onder meer toe geleid dat voor het eerst in jaren, in 2010 visserij op mosselzaad is uitgevoerd in de Voordelta.

Het effect van de visserij kan worden bepaald door de ruimtelijke overlap tussen het type visserij en de door de visserij veroorzaakte directe sterfte, de impact van de visserij en de bodemdieren.

3.4.3 Effecten van abiotische omstandigheden (B2)

Veranderingen in de morfologie, hydrodynamiek. Sedimentsamenstelling en waterkwaliteit kunnen een effect hebben op de bodemdiersamenstelling en daarmee het voedselaanbod voor typische vissoorten en beschermde vogels.

- Welke abiotische factoren zijn van belang?
- Wat is de invloed van de abiotische factoren op de bodemdieren en vissen?

Methodiek, bemonstering en beschikbare gegevens

Bodemdieren zijn bemonsterd met behulp van een box-corer en bodemschaaf (zie paragraaf 3.2.1. Biomassa bodemdieren). De abiotische parameters zijn berekend met behulp van verschillende modelsimulaties. Met name veranderingen in saliniteit en bodemschuifspanning kunnen effecten hebben op de aanwezige bodemdieren.

Bevindingen

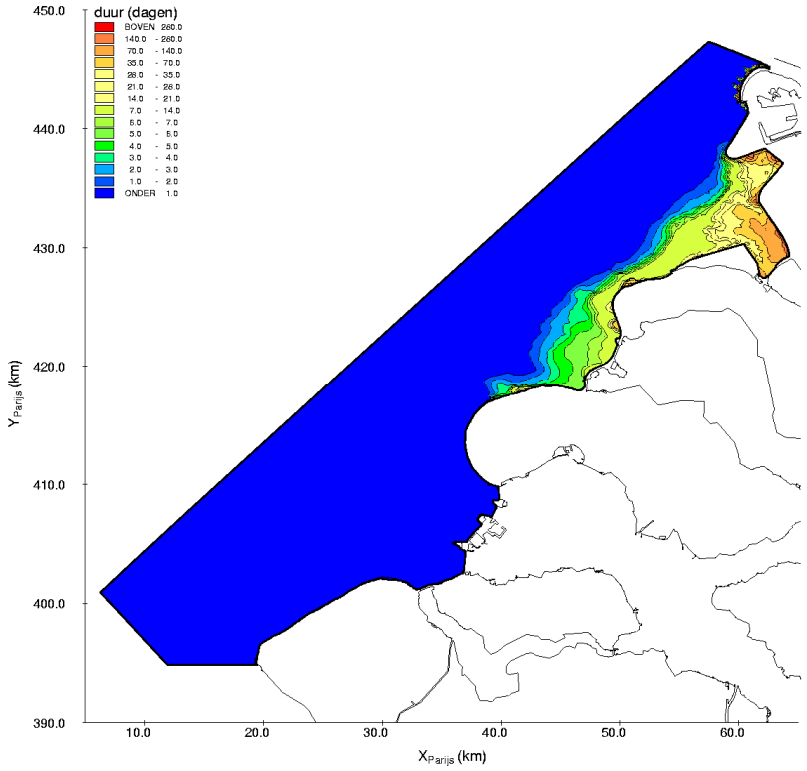
De saliniteit in de Voordelta wordt voornamelijk bepaald door de zoetwater toevoer vanuit de Nieuwe Waterweg, het Haringvliet en de Schelde (Figuur 3.20). De afvoer door de Haringvlietsluizen is hierbij dominant. Over het algemeen komt een hoge afvoer door de Haringvlietsluizen overeen met een lage oppervlakte saliniteit op een punt 2,5 km buiten de Haringvlietsluizen. De saliniteit op die plek laat grote fluctuaties (bijna 0 tot circa 32 PSU) zien gedurende korte periodes. De maandgemiddelde saliniteit is dan ook een zeer beperkte maat voor de werkelijke condities in een bepaalde periode. Wel kunnen er op basis van halfjaarlijkse gemiddelden duidelijke verschillen tussen periodes worden waargenomen (Figuur 3.21).

De bodemschuifspanning is het gevolg van stroming en golven. De bodemschuifspanning ten gevolgen van de stroming is afgeleid uit de modelsimulaties. Voor de bodemschuifspanning ten gevolge van golven is een benadering op basis van de golven gemeten bij Europlatform gebruikt. Dit levert gegevens op over de bodemschuifspanning op verschillende locaties..

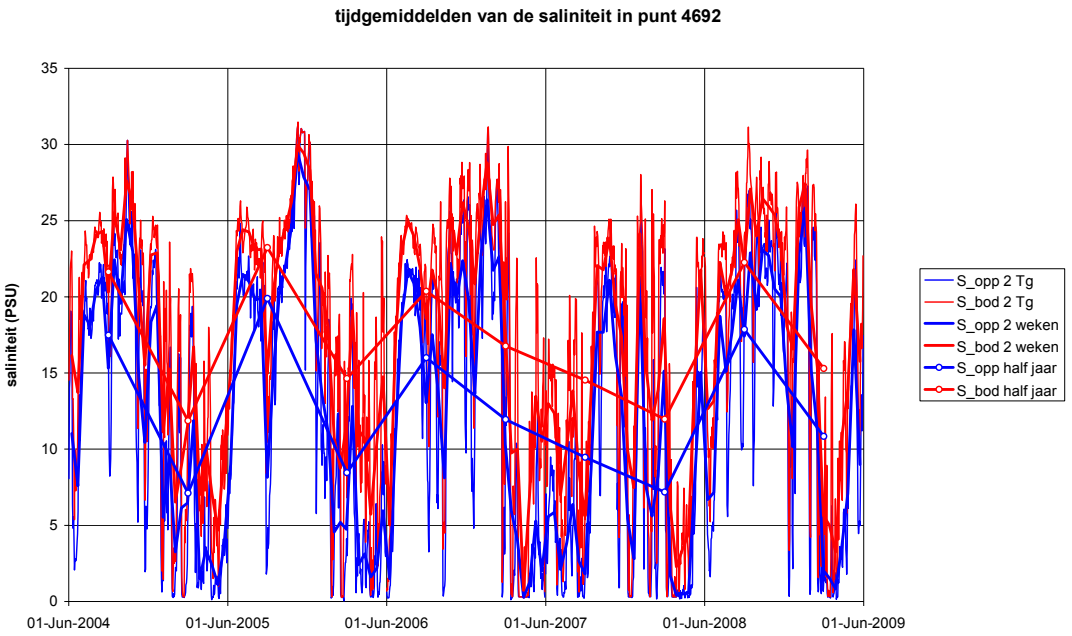
3.5 Discussie

Binnen het bodembeschermingsgebied en de referentiegebieden is sprake van een grote jaarlijkse en ruimtelijke heterogeniteit, zowel in habitatkarakteristieken, voorkomen en biomassa van bodemdieren en vis, als in visserij intensiteit . Daarmee is ook de verandering in visserij intensiteit als gevolg van de instelling van het bodembeschermingsgebied niet over het gehele bodembeschermingsgebied gelijk.

Tot slot lijkt er ook nog een autonome afname in de visserij intensiteit in de Voordelta, die al tijdens de T_0 is ingezet.



Figuur 3.20 Maximale duur in dagen dat de bodemsaliniteit onder 25 PSU blijft, periode 2006 – 2007



Figuur 3.21 Tijdserie gemiddelde oppervlakte (blauw)- en bodem (rood) saliniteit 2,5 km uit de kust ter hoogte van de Haringvlietsluizen.

3.6 Referenties

Bierman, S., Miller D., Quirijns F. en R. van Hal, 2009. Intensiteit boomkorvisserij in de Voordelta. Rapport C144/09, IMARES, IJmuiden.

Craeymeersch, J.A., O. Hamerlynck, K. Hostens, A. Vanreusel en M. Vincx (1990) De ekologische ontwikkeling van de Voordelta. Deelrapport 1. De huidige ekologische situatie van de Voordelta. Delta Instituut voor hydrobiologisch onderzoek en de Rijksuniversiteit Gent, sektie Mariene Biologie.

Craeymeersch, J.A., V. Escaravage & J. Perdon, 2004. Baseline study MEP-MV2. Veldwerkrapportage najaar 2004, Rapport C085/04, IMARES, Yerseke.

Craeymeersch, J.A., V. Escaravage, J. Perdon, 2005a. Baseline study MEP-MV2. Veldwerkrapportage bodemdieren najaar 2005, rapportnr C079/05, IMARES, Yerseke.

Craeymeersch, J.A., V. Escaravage & J. Perdon, 2005b. Baseline study MEP-MV2 Lot 2: bodemdieren Voortgangsverslag juni 2005, rapportnr C027/05, IMARES, Yerseke.

Craeymeersch, J.A. en J.W.M. Wijsman (2006). Ruimtelijke verschillen en temporele fluctuaties in het voorkomen van een aantal schelpdieren in de Voordelta. Yerseke, IMARES.

Escaravage, V., M.A. Bergmeijer, A. Dekker, A.G.M. Engelberts, W.C.H. Sistermans en L.A. de Witte-Dek (2008). Nulmeting MEP-MV2, Drie jaar bodemdieren waarnemingen (2004-2005-2007). Yerseke, NIOO.

Green, R. H. 1979. Sampling design and statistical methods for environmental biologists. Wiley Interscience, Chichester, England.

Kaiser, M. J., K. R. Clarke, H. Hinz, M.C.V. Auste, P.J. Somerfield, I. Karakassis, 2006. Global analysis of response and recovery of benthic biota to fishing. Mar. Ecol. Prog. Ser 311: 1-14.

LNV (2006) Natura 2000 doelendocument. Duidelijkheid bieden, richting geven en ruimte laten. Den Haag, Ministerie van Landbouw Natuur en visserij.

LNV (2008) Profiel Habitattype 1110. Den Haag, Ministerie van Landbouw Natuur en Visserij.

RIKZ, 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, 301 pp.

Steenbergen, J. en V. Escaravage (2006). Baseline study MEP-MV2. Lot 2:bodemdieren. Eindrapportage Campagnes 2004-2005. Yerseke, IMARES, NIOO.

VenW, 2008. Beheerplan Voordelta.

VenW, 2009. Monitoring- en Evaluatieprogramma Maasvlakte 2. Natuurcompensatie Voordelta

.

4 MEP vraag 2: Zwarte zee-eend

4.1 Inleiding

Het MEP Natuurcompensatie Voordelta (VenW, 2009) beschrijft het monitoring- en evaluatieprogramma rond de uitvoering van de maatregelen voor natuurcompensatie bij de aanleg van de Tweede Maasvlakte, en sluit aan bij het onderdeel natuur van het MEP Aanleg. Voor de compensatie van het verlies aan foerageergebied van de zwarte zee-eend is de volgende evaluatievraag gesteld in het kader van de maatregelen voor de Natuurcompensatie Voordelta.

Hoofdvraag 2: Wordt het verlies aan foerageergebied van de zwarte zee-eend als gevolg van de aanleg en het gebruik van Maasvlakte 2 voldoende gecompenseerd?

Binnen het MEP Natuurcompensatie Voordelta zijn voor de deze hoofdvraag vier subvragen geformuleerd. Alleen de laatste twee subvragen (b en c) hebben betrekking op de monitoring van de natuurcompensatie van de Voordelta:

b. Leidt het instellen van het bodembeschermingsgebied tot een gelijkblijvende potentiële functie van de Voordelta voor de zwarte zee-eend in termen van voedselbeschikbaarheid?
   i. Treden veranderingen op in verspreidingspatronen en het aantal vogeldagen van de zwarte zee-eend t.o.v. de situatie vóór de aanleg van Maasvlakte 2?
   ii. Zijn deze veranderingen toe te schrijven aan (veranderingen in) de voedselbeschikbaarheid (zie 2a) of zijn andere factoren van (groter) belang?
c. Draagt het instellen van de rustgebieden specifiek voor de zwarte zee-eend bij aan een gelijkblijvende potentiële functie van de Voordelta als foerageer- en rustgebied?
   i. Treden verandering op in verspreidingspatronen en het aantal vogeldagen van de zwarte zee-eend t.o.v. de situatie vóór de aanleg van Maasvlakte 2?
   ii. Zijn deze veranderingen toe te schijven aan de aanwezigheid van de rustgebieden die voor zwarte zee-eenden zijn ingesteld of ook aan andere factoren?

Evaluatie vraag 2b betreft het causale verband tussen het gebruik van de Voordelta door de zwarte zee-eend en een van de compensatiemaatregelen, nl. het uitsluiten van bepaalde vormen van bodemberoerende visserij. Voor de beantwoording van deze vraag is enerzijds het voedselaanbod van belang (perceel Benthos) en anderzijds het aantal vogeldagen en de verspreiding van de zwarte zee-eend in de Voordelta, dat wordt gemeten in het perceel Vogels.
Evaluatievraag 2c betreft het causale verband tussen het gebruik van de Voordelta door de zwarte zee-eend en het instellen van rustgebieden. Voor de beantwoording van deze vraag gaat het eveneens om het aantal vogeldagen en de verspreiding van de zwarte zee-eend in de Voordelta, dat wordt gemeten in het perceel Vogels, in relatie tot het optreden van verstoring in de rustgebieden, die wordt gemeten in het perceel Gebruik.
Onderliggende subvragen hebben betrekking op het begrijpen van de verspreiding van de zwarte zee-eend in de Voordelta, waarbij naast het voedselaanbod diverse andere factoren een rol spelen, zoals verstoring, indirecte effecten op het voedselaanbod (Abiotiek, Benthos) en mogelijke effecten van abiotische omstandigheden op het gebruik van het gebied door de eenden (Abiotiek). Tevens is kennis over de ontwikkelingen in aantal zwarte zee-eenden in referentiegebieden van belang om de ontwikkelingen in de Voordelta te kunnen relateren aan

de effecten van de compensatiemaatregelen. De evaluatievraag 2b en 2c bestaan uit een aantal deelvragen welke hieronder zijn uitgesplitst. De vragen 2b1 en 2c1 zijn eender, en betreffen de eventuele veranderingen in vogeldagen en verspreiding van zee-eenden in de Voordelta.
Een gelijkblijvende functie van de Voordelta voor beschermde soorten waaronder de zee-eend is immers de doelstelling van de beheersmaatregelen bodembescherming en rust. De codes M1, M2 en Z1 etc. verwijzen naar de ingreep-effectrelaties in het schema weergegeven in Figuur 2.2.

- Is het gebruik van de Voordelta door de zwarte zee-eend na instelling van het bodembeschermingsgebied en de rustgebieden gelijk aan de situatie voor de aanleg van Maasvlakte 2?
  - Is er een verandering in verspreidingspatroon van de zwarte zee-eend?
  - Is er een verandering in aantal vogeldagen van de zwarte zee-eend?

De onderstaande subvragen gaan in op de factoren die deze veranderingen kunnen veroorzaken.

- Is er een verandering in het voedselaanbod (Z2)?
  - Waar bestaat het voedsel van zwarte zee-eend uit?
  - Is de hoeveelheid beschikbaar voedsel voor de zwarte zee-eend in het bodembeschermingsgebied in het jaar T_n toegenomen t.o.v. het jaar T_0?
  - Wanneer en waar is het voedsel beschikbaar?

- Is het menselijk gebruik van de Voordelta van (groter) belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de zwarte zee-eend (Z1)?
  - Welke vormen van recreatie zijn hierop van invloed?
  - Welke vormen van visserij zijn hierop van invloed?

- Zijn er abiotische factoren van (groter) belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de zwarte zee-eend (Z3)?
  - Welke hydrodynamische factoren zijn van belang?
  - Welke morfologische factoren zijn van belang?

- Zijn er externe factoren van (groter) belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de zwarte zee-eend (Z4)?
  - Welke weersomstandigheden zijn van belang?
  - Wat is de invloed van de populatiedynamiek van zwarte zee-eenden buiten de voordelta?

In de onderstaande alinea's worden de bovengenoemde vragen behandeld aan de hand van de ingreep–effectrelaties zoals beschreven in Figuur 2.2

4.2 De maatregel

De zwarte zee-eend is een doortrekker en wintergast in de Voordelta. De belangrijkste concentratiegebieden voor de zwarte zee-eend liggen ten zuidoosten van de Bollen van de Ooster, rond de Bollen van het Nieuwe Zand en rond het Brouwershavense Gat. De soort komt hier het hele jaar voor, maar in grotere aantallen in november tot en met april, met over het algemeen een piek in april (VenW, 2008).
Door het ruimtebeslag van Maasvlakte 2 verdwijnt ongeveer drie procent van het potentiële foerageergebied van de zwarte zee-eend. Als compensatie voor dit verlies moet de kwaliteit

van de Voordelta als foerageergebied verbeteren. Om het verlies aan geschikt foerageergebied door de aanleg van Maasvlakte 2 te compenseren, is het wenselijk dat de totale hoeveelheid voor de zwarte zee-eend geschikt voedsel (schelpdieren) in de Voordelta niet verandert. Door de instelling van het bodembeschermingsgebied wordt verwacht dat de totale hoeveelheid beschikbaar voedsel niet verandert ten opzichte van de situatie voor de aanleg van de Maasvlakte 2.
Daarnaast zijn zee-eenden erg gevoelig voor verstoring, in het bijzonder tijdens de slagpenrui in de zomer. In de winter en het voorjaar zijn kitesurfen en visserij volgens RIKZ (2007) waarschijnlijk de belangrijkste bronnen van visuele verstoring. De compensatie is er primair op gericht de totale voedselvoorraad voor zwarte zee-eenden in de gehele Voordelta tenminste op hetzelfde niveau te houden als voor de aanleg van Maasvlakte 2. Daarnaast wordt er door de instelling van een tweetal rustgebieden voor gezorgd dat voldoende rustig gebied aanwezig is om van het voedsel te kunnen profiteren (VenW, 2008). Doel van deze maatregelen is dat de kwaliteit van het rust- en foerageergebied voor overwinterende en doortrekkende zwarte zee-eenden na de aanleg van Maasvlakte 2 tenminste gelijk blijft. Of de zwarte zee-eenden dan werkelijk in de gewenste aantallen in de winter en het voorjaar aanwezig zijn, hangt eveneens af van externe factoren (buiten de compensatiemaatregelen in de Voordelta) die van invloed kunnen zijn op diverse van de bovengenoemde factoren en relaties. Daarbij valt o.a. te denken aan effecten van economische ontwikkelingen op recreatie en visserij, en effecten als verschillen in weersomstandigheden tussen jaren en ontwikkelingen in de populatie van de zwarte zee-eend.

Verwachte effect maatregel
In de planperiode zal de hoeveelheid voedsel (schelpdieren) en rust voor de zwarte zee-eend zijn toegenomen, door het uitsluiten van de boomkorvisserij, dynamisch beheer van schelpdiervisserij en het instellen van rustgebieden (VenW, 2009). Hierdoor worden de effecten van Maasvlakte 2 op deze soort gecompenseerd en komt de gunstige staat van instandhouding niet in gevaar.
Dit zal zichtbaar zijn in het gelijk blijven van het aantal vogeldagen van de zwarte zee-eend in de Voordelta ten opzichte van de T_0. Uit het gebiedsgebruik moet blijken dat de rustgebieden effectief zijn in het voorkomen van verstoring van de zwarte zee-eend

4.3 Verspreidingspatroon en vogeldagen: evaluatievragen 2b1 en 2c1

Is het gebruik van de Voordelta door de zwarte zee-eend na instelling van het bodembeschermingsgebied en de rustgebieden gelijk aan de situatie voor de aanleg van Maasvlakte 2?

- Is er een verandering in verspreidingspatroon van de zwarte zee-eend?
- Is er een verandering in aantal vogeldagen van de zwarte zee-eend?

De verwachting is dat een afname van de bodemberoerende visserij leidt tot een toename van de beschikbare hoeveelheid voedsel voorde zwarte zee-eend. Door gericht in gebieden de frequentie van bodemberoerende visserij te verminderen is de verwachting dat juist daar de aanwezigheid (aantal vogeldagen) van eenden verbetert ten opzichte van gebieden daarbuiten of ten opzichte van voor de instelling van bodembeschermingsgebieden. Daarnaast leidt de instelling van rustgebieden naar verwachting tot hogere aantallen zee-eenden ter plaatse omdat de vogels niet worden verstoord tijdens het foerageren en rusten.

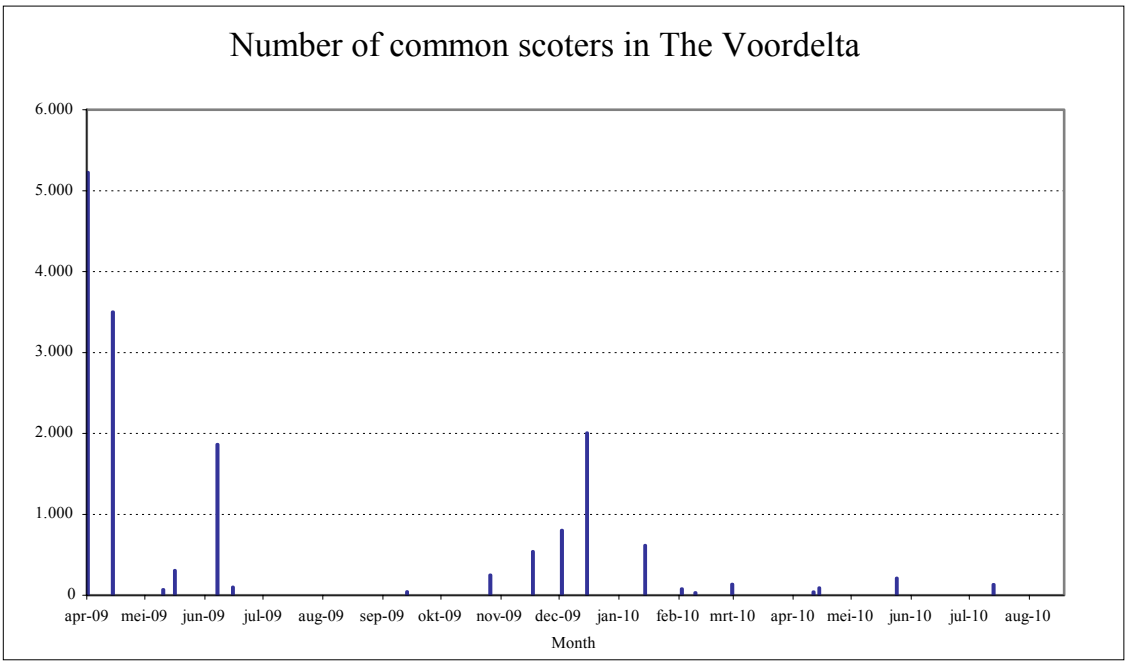
Beschikbare gegevens
De ontwikkelingen (aantallen, gebiedsgebruik, verspreiding) in de populatie zwarte zee-eenden in de Voordelta worden onderzocht door middel van vliegtuigtellingen (zie deel B Vogels).

Op dit moment zijn gegevens uit de T_0 periode beschikbaar, en gegevens over de periode van april 2009 t/m augustus 2010. De resultaten van het T_0 onderzoek hebben betrekking op de periode 2004 t/m 2006 (Poot et al., 2006).

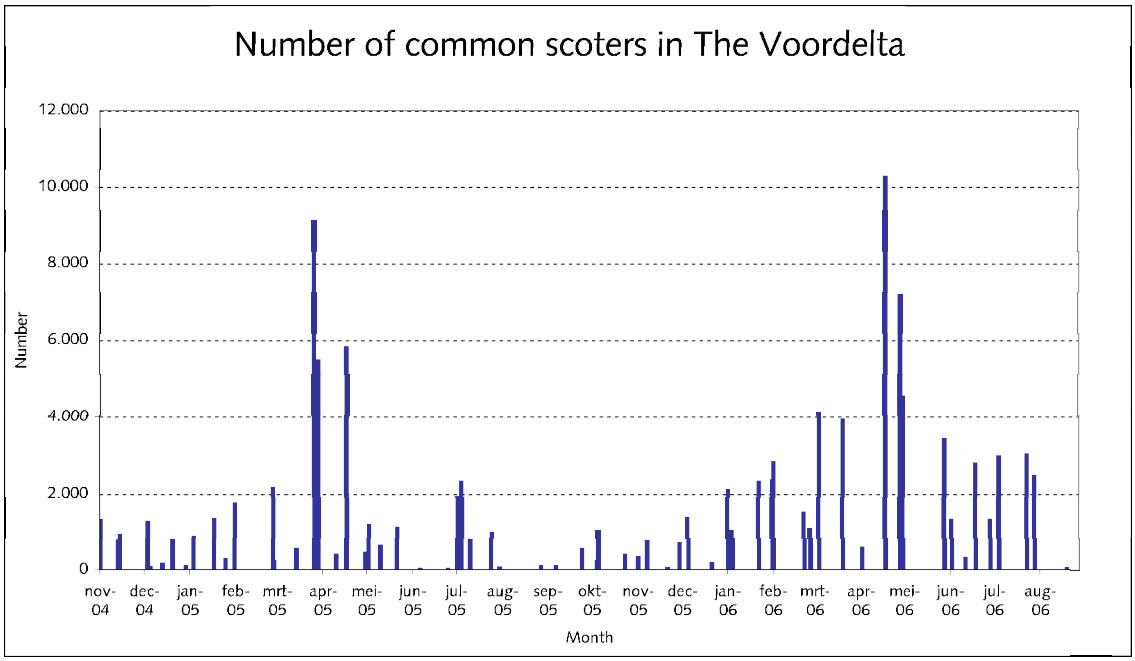
Beschrijving resultaten
De resultaten van de verspreiding en aantallen zee-eenden zijn te vinden in Figuur 4.1 en 4.2. In de periode van april 2009 t/m augustus 2010 waren tot maximaal 5.225 zwarte zee-eenden in de Voordelta aanwezig. Het maximum aantal werd in april 2009 vastgesteld. De maximale aantallen tijdens de voorjaarspiek in de T_0 periode waren 9000 in 2005 en 10000 in 2006. Hoewel uit de periode voorafgaande aan april 2009 geen gegevens beschikbaar zijn uit dit monitoringprogramma kan er net als in de twee T_0 seizoenen gesproken worden van een voorjaarspiek. Een dergelijk aantalsverloop met verhoogde aantallen in het voorjaar is tijdens de nulmeting ook in beide (opeenvolgende) jaren vastgesteld. In de winter van 2009-2010 nam het aantal zwarte zee-eenden in november en december toe tot maximaal 2.000 in eind december. In de tweede helft van de winter (januari-februari 2010) namen de aantallen zwarte zee-eenden snel af. In het voorjaar van 2010 was geen sprake van verhoogde aantallen in de Voordelta.

Voor zwarte zee-eenden kunnen tot nu toe tijdens de T_1 twee concentratiegebieden worden onderscheiden: voor de Kop van Schouwen en in het zuidelijke deel van het Brouwersdamgebied. Tijdens de T_0 waren beide concentratiegebieden ook in gebruik door zwarte zee-eenden. Wat opvalt bij de vergelijking van beide verspreidingspatronen is het nagenoeg ontbreken van zwarte zee-eenden in het noordelijke deel van het Brouwersdamgebied en in de Banjaard voor de Kop van Schouwen. In deze gebieden zijn de rustgebieden voor zwarte zee-eenden vastgesteld. Het meest zuidelijke rustgebied was in de T_1 niet in gebruik, terwijl dit in de T_0 (toen nog geen rustgebied) wel bezet was door de zee-eenden. De eenden bevonden zich dus in zowel de T_0 als de T_1 vooral buiten de rustgebieden.

Conclusie verspreiding en aantallen:
Het aantal zee-eenden en daarmee het aantal vogeldagen is in de gehele Voordelta afgenomen in de T_1 ten opzicht van de T_0. Het lijkt erop dat de zee-eenden zich in de T_1 vooral buiten de rustgebieden bevonden, terwijl in de T_0 nog wel zee-eenden binnen het nu als rustgebied aangewezen deel van de Voordelta werden waargenomen.



Figuur 4.1 Aantalsverloop van zwarte zee-eenden in de Voordelta in de periode april 2009 t/m augustus 2010 (bron: alle vliegtuigtellingen T_1 uit desbetreffende periode)



Figuur 4.2 Aantalsverloop van zwarte zee-eenden in de Voordelta in de periode november 2004 t/m augustus 2006 (bron: alle vliegtuigtellingen T_0 uit desbetreffende periode)

4.4 Bodembeschermingsgebied: evaluatievraag 2b2

4.4.1 Instelling bodembeschermingsgebied (M2)

De instelling van het bodembeschermingsgebied houdt in dat de bodemberoerende boomkorvisserij (vooral gericht op platvis en garnalen) met een motorvermogen groter dan 260 pk (191 kW) werd verboden. De aanname is dat door deze maatregel de bodemdierbiomassa in het bodembeschermingsgebied toeneemt en daarmee ook de voor zee-eenden beschikbare hoeveelheid voedsel (schelpdieren).

De vraag of er door de beheersmaatregel in de bodembeschermingsgebieden minder gevist wordt en het effect hiervan op de bodemdieren wordt behandeld in hoofdstuk 3.

4.4.2 Effect voedselaanbod op de zwarte zee-eend (Z2)

Is er een verandering in het voedselaanbod?

- Waar bestaat het voedsel van zwarte zee-eend uit?
- Is de hoeveelheid beschikbaar voedsel voor de zwarte zee-eend in het bodembeschermingsgebied in het jaar T_n toegenomen t.o.v. het jaar T_0?
- Wanneer en waar is het voedsel beschikbaar?

Beschikbare gegevens

Onderzoek naar het dieet van zwarte zee-eenden wordt uitgevoerd door van, op stranden aangespoelde, dode zee-eenden de maaginhouden te analyseren. Voor dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van een vrijwilligersnetwerk. Tot nu toe zijn twee eenden gevonden in de Voordelta. Ook elders langs de Nederlandse kust worden aangespoelde eenden verzameld ten behoeve van maaganalyses. In aanvulling op dit onderzoek zijn in januari 2010 onderwateropnamen gemaakt op een locatie bij de Brouwersdam waar veel zee-eenden foerageren. De najaarsbemonsteringen van bodemdieren die met de bodemschaaf worden uitgevoerd, leveren gegevens over de voedselbeschikbaarheid in de Voordelta.

Resultaten

Van de in de Voordelta aangespoelde eenden, was een exemplaar in goede conditie, en de maaginhoud van deze eend bestond vooral uit *Ensis* fragmenten. Het tweede exemplaar was verzwakt; de maaginhoud bestond naast *Ensis* uit een strandkrab en een tiental zagers. Zee-eenden die elders zijn gevonden en eerdere gegevens (Leopold et al., 2008; Tulp et al., 2010) ondersteunen het beeld dat *Ensis*, sinds het nagenoeg verdwijnen van banken van de halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*) uit de Nederlandse kustwateren, een belangrijke voedselbron is voor de zee-eend. De zee-eenden lijken vooral mesheften te eten met een lengte tussen ca. 3-9 cm (Tulp et al., 2010).

Uit de onderwateropnamen die gemaakt zijn in de buurt van de Brouwersdam op een locatie waar grote aantallen zee-eenden verbleven, bleek inderdaad dat hier grote dichtheden (geschat op 500-2000 per m^2) van *Ensis* voorkwamen, terwijl op een nabijgelegen locatie weer veel eidereenden waren gesignaleerd grote hoeveelheden mosselen werden aangetroffen.

In 2009 heeft een grote broedval van Ensis plaatsgevonden. De groottefrequentieverdeling laat een dominantie van exemplaren kleiner dan 7,5 cm (0-jarigen) zien. Uit de analyses van de bodemdierbemonstering blijkt dat in het rustgebied Bollen van het Nieuwe Zand enkele honderden mesheften per m^2 van de goede lengte (4-9 cm) voorkwamen, naast grote (duizenden) aantallen kleinere exemplaren. Ook in de referentie gebieden (zonder uitsluiting

boomkorvisserij > 260 pk) werden hoge aantallen en biomassa Ensis aangetroffen, zoals in de westranden voor Walcheren, alhoewel er ook opvallende verschillen zijn tussen gegevens uit de box-corer en de bodemschaafbemonsteringen. Deze verschillen zijn terug te voeren op verschillen in bemonsteringsefficiëntie en biomassa versus dichtheden. Aanvullende analyses zijn nodig om de ruimtelijke verspreiding beter te kunnen duiden.
Een vergelijking met T_0 data laat opvallende verschillen zien. Leopold et al. (2008) laten zien dat de variatie van kleine en grote Ensis tussen jaren sterk is, maar dat er met name sinds 2000 in het algemeen een grote toename van dichtheden en biomassa is opgetreden. Een eerste analyse van de beschikbaarheid van tweekleppige schelpdieren als voedsel voor vogels is beperkt gebleven tot het rustgebied 'Bollen van het Nieuwe Zand'. Het totale aantal mesheften was in 2009 veel hoger dan tijdens de nulmetingen, maar de meeste schelpen waren eigenlijk te klein als voedselprooi. Daarnaast werden in de T_0 nog zee-eenden waargenomen in dit rustgebied, maar in de T_1 niet meer. Dit suggereert dat de verspreiding van zee-eenden op deze locatie mogelijk beïnvloed is door de aanwezigheid van geschikt voedsel, alhoewel een verdere analyse nodig is om hier betere uitspraken over te kunnen doen. Gezien de dagelijkse bewegingen van zee-eenden (van buiten op zee naar binnen, in de ochtend) is de vraag relevant of er 's nachts elders gefoerageerd wordt dan overdag. Een correlatie tussen de verspreiding van schelpdieren en zee-eenden wordt bemoeilijkt door grootschalige patronen in de aantallen van deze organismen: een sterke afname van zee-eenden gekoppeld aan een sterke toename van Ensis. Deze patronen maskeren een eventueel effect van het instellen van de bodembeschermingsgebieden.

Conclusie bodembeschermingsgebied:
Voor zover aantoonbaar lijkt het voedsel van de zwarte zee-eend in de Voordelta in ieder geval voornamelijk te bestaan uit Ensis spp. met een lengte van 3 tot 9 cm. Als het gaat om het voor de zee-eend beschikbaar voedsel dient de analyse zich vooral daarop te richten. Een vervolganalyse is nodig waarbij de aanwezigheid van de geschikte maat Ensis en zee-eenden in ruimte en tijd wordt gerelateerd. Vervolgonderzoek is mogelijk waarbij op locaties waar eenden zitten (en daarbuiten) gericht benthos wordt bemonsterd om een eventuele relatie met beschikbaar voedsel beter te kunnen onderbouwen.

4.5 Rustgebieden: evaluatievraag 2c2

Is het menselijk gebruik van de Voordelta van (groter) belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de zwarte zee-eend ?

- Welke vormen van recreatie zijn hierop van invloed?
- Welke vormen van visserij zijn hierop van invloed?

Het causale verband tussen het gebruik van de Voordelta door de zwarte zee-eend en het instellen van rustgebieden wordt ook uitgedrukt in het aantal vogeldagen. Onderliggende vragen betreffen evenals bij vraag 2b2 verstoring door menselijk gebruik, invloed van abiotische omstandigheden en mogelijk andere externe factoren. Deze worden daarom hier niet herhaald. In de onderstaande paragraaf worden alleen de effecten van het rustgebied beschreven.

4.5.1 Instellen rustgebieden (M1)

De instelling van twee rustgebieden (binnen het bodembeschermingsgebied) houdt in dat menselijke activiteiten, zowel beroepsmatig als recreatief, hier niet zijn toegestaan. Omdat zee-eenden gevoelig zijn voor verstoring, is de verwachting dat dit extra rust- en foerageermogelijkheden biedt, zodat binnen deze gebieden de aantallen eenden zullen toenemen.

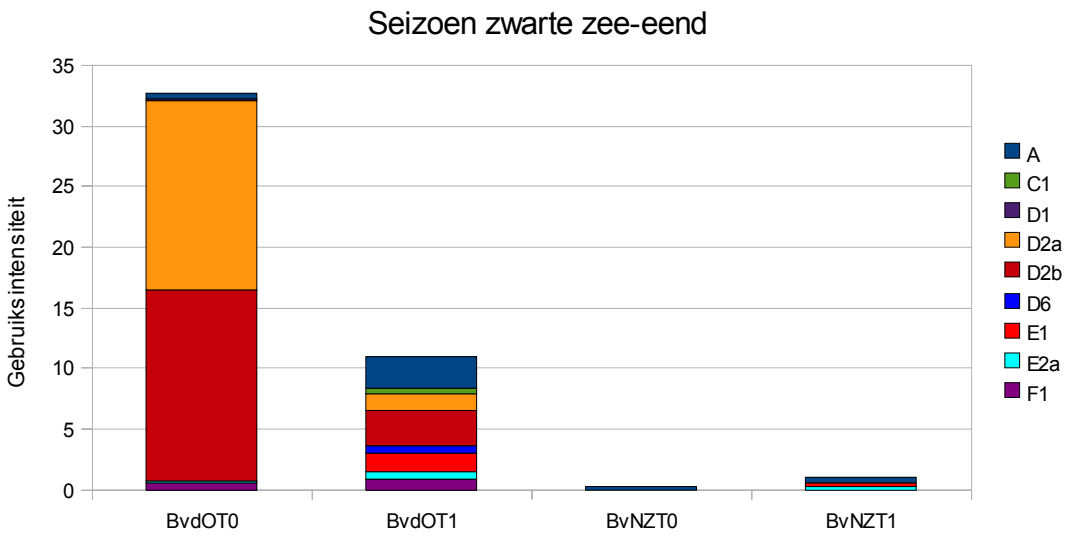
4.5.2 Effect instellen rustgebieden op de zwarte zee-eend (Z1b)

Beschikbare gegevens
Gegevens van veldwaarnemingen (landwaarnemingen, luchtwaarnemingen, en in T_0 enkele door Bureau Waardenburg uitgevoerde luchtwaarnemingen) zijn gebruikt om het gebiedsgebruik rond de ingestelde rustgebieden in beeld te brengen. Volgens de planning wordt iedere winterperiode 10 keer, en iedere zomerperiode 15 keer gevlogen. In kaarten is het waargenomen gebruik ruimtelijk weergegeven, waarbij het onderscheid in gemotoriseerd en niet-gemotoriseerd gebruik belangrijk is.
Voor de T_0 periode zijn gegevens beschikbaar over het jaar 2005 (Seegers et al., 2006). Voor de zwarte zee-eend is met name verstoring in de winterperiode oktober-april van belang. Uit onderzoek van Bureau Waardenburg (pers. obs. M. Poot) blijkt dat de zwarte zee-eend voornamelijk wordt verstoord door gemotoriseerd gebruik. De verstoringsafstand hiervan is ongeveer 1 km. Daarom is het gebruik in een bufferzone van 1 km rondom de rustgebieden ook meegenomen.

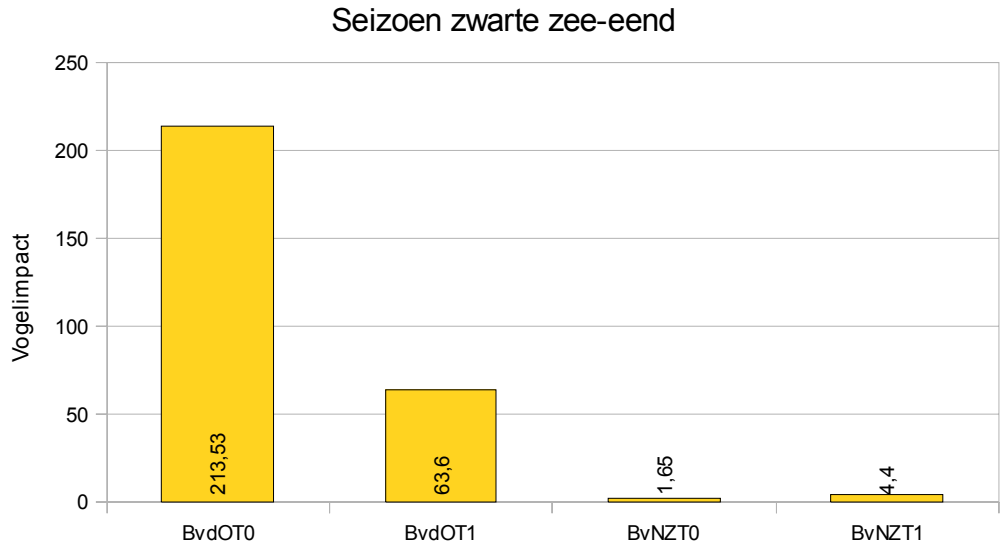
Resultaten
Surfen, kanoën en plaatbezoek kwamen in T_0 vooral veel voor nabij de Brouwersdam. Van daaruit verspreidden enkele surfers zich over het gebied dat nu het zuidelijke deel van rustgebied Bollen van de Ooster is. In oktober 2005 waren er grote aantallen kite- en windsurfers in het gebied aanwezig (Figuur 4.3). Dit komt doordat in die maand een aantal waarnemingen plaatsvond op dagen die gunstig waren voor kite- en windsurfen. De rest van de winter was het rustig in het gebied. In het winterseizoen van T_1 zijn meer gemotoriseerde schepen (vissersschepen) waargenomen zowel binnen het rustgebied Bollen van de Ooster als in de bufferzone daaromheen. Het aantal waarnemingen van waterrecreatie zoals surfen, kano's en plaatbezoek is afgenomen, vooral in het zuidelijk deel van het gebied. Kleine luchtvaart en zeiljachten zijn beide toegenomen, maar het blijven zeer lage aantallen. De gegevens worden uitgebreid gepresenteerd in deel B, Gebruik. De ingeschatte cumulatieve impact op zee-eenden is in de Bollen van de Ooster sterk afgenomen (Figuur 4.4). Het effect van de veranderingen in gebruik van dit rustgebied op de zee-eenden zelf kan niet worden vastgesteld, omdat het rustgebied in de T_1 niet bezocht werd door zee-eenden. De eenden zaten met name ten zuiden van het gebied, dichter bij Schouwen.

In en rondom het huidige rustgebied Bollen van het Nieuwe Zand kwam vrijwel geen activiteit voor. In rustgebied Bollen van het Nieuwe Zand inclusief de bufferzone is in T_0 slechts één groot gemotoriseerd schip waargenomen. In T_1 zijn dit er enkele meer, maar het gaat nog steeds om een zeer klein aantal. Op de Bollen van het Nieuwe Zand is sprake van een kleine toename van de cumulatieve impact, maar de impact in dit gebied is erg klein vergeleken met de Bollen van de Ooster.

Conclusie rustgebieden:
Een effect van verstoring op de aanwezigheid van zwarte zee-eenden in de rustgebieden is onduidelijk: in de T_0 werden hier nog zee-eenden waargenomen, in de T_1 niet meer. Het is echter onwaarschijnlijk dat de waargenomen (minimale) verandering in gebruik in het rustgebied Bollen van het Nieuwe Zand heeft kunnen leiden tot de totale afwezigheid van zee-eenden ter plaatse Om het waargenomen effect van veranderingen in gebruik beter te kunnen vaststellen zijn aanvullende analyses nodig m.b.t. de momenten waarop het gebruik optrad en de afwezigheid van de vogels. In de vervolganalyses dient per rustgebied gekeken te worden naar hoe door het seizoen heen het gebruik is verlopen alsmede de aanwezigheid van de eenden. Dit om eventuele relaties in de ruimte (wel/niet aanwezig) ook in de tijd te kunnen maken (eenden weg voor/na verstoring).



Figuur 4.3 Aanwezigheid gebruik in rustgebied Bollen van de Ooster (links, BvdO-T_0 en BvdO-T_1) en Bollen van het Nieuwe Zand (rechts, BvNZ-T_0 en BvNZ-T_1), beiden inclusief bufferzone van 1 km, voor het totale zwarte zee-eend seizoen (oktober - april) van T_0 en T_1.Voor een verklaring van de deelparametercodes, zie deel B Gebruik. A=Visserschip; C1=Schelpdiervisserij; D1=Gemotoriseerde waterrecreatie; D2a=Kitesurfen; D2b=Windsurfen; D6=Plaatbezoek; E=Overige scheepvaart; E2a=Zeiljacht; F1=Kleine luchtvaart.



Figuur 4.4 Vogelimpact in rustgebieden Bollen van de Ooster en Bollen van het Nieuwe Zand, beiden inclusief bufferzone van 1 km, voor het totale zwarte zee-eend winterseizoen (oktober - april) van T_0 en T_1

4.6 Effect abiotische omstandigheden (Z3)

Zijn er abiotische factoren van (groter) belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de zwarte zee-eend?

- Welke hydrodynamische factoren zijn van belang?
- Welke morfologische factoren zijn van belang?

De abiotische factoren zoals diepte, saliniteit, doorzicht, sedimentsamenstelling kunnen zowel direct als indirect een effect hebben op de eenden. De indirecte effecten verlopen vooral via het voedsel en zijn hierboven behandeld. Directe effecten hebben naar verwachting vooral te maken met de randvoorwaarden waaronder de eenden kunnen foerageren: diepte, stroming, golfslag zijn dan vermoedelijk de voornaamste factoren. Als deze factoren toenemen, worden de foerageerkansen kleiner.

De analyse van de abiotische factoren heeft nog niet in detail plaatsgevonden, maar de verwachting is dat de directe invloed van veranderingen in deze factoren op aantallen en gebiedsgebruik zeer beperkt zal zijn.

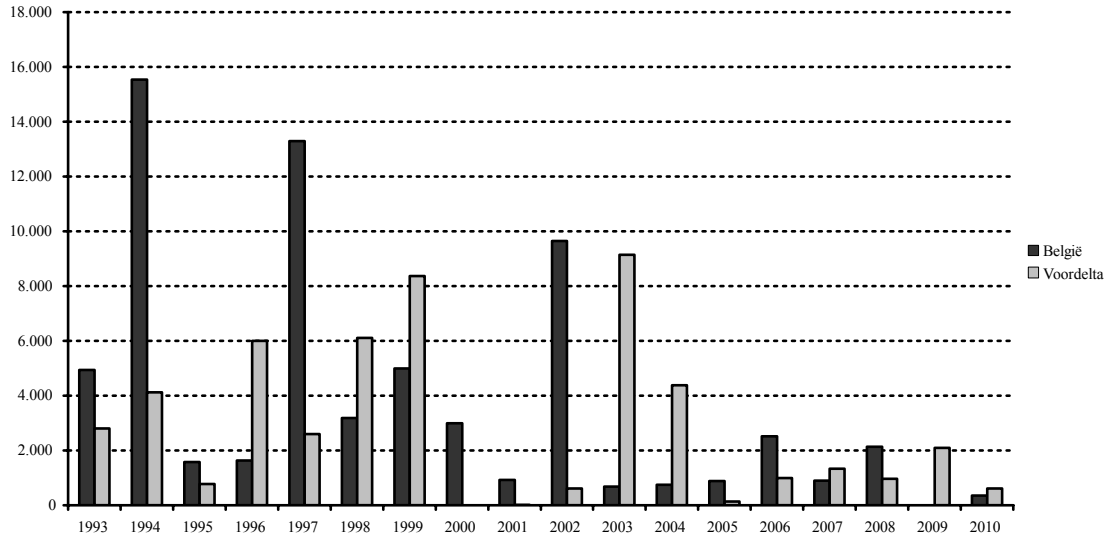
In de vervolganalyses zullen eerst de indirecte relaties onderzocht dienen te worden: voedsel versus diepte, stroming, sedimenttype etc. Daarnaast dient te worden gekeken naar ruimtelijke en temporele relaties tussen weer (o.a. wind, golfhoogte) en aanwezigheid van eenden.

4.7 Effect externe factoren (Z4)

Zijn er externe factoren van (groter) belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de zwarte zee-eend?

- Welke weersomstandigheden zijn van belang?
- Wat is de invloed van de populatiedynamiek van zwarte zee-eenden buiten de Voordelta?

De aantallen zwarte zee-eenden in de Voordelta zijn sterk gedaald t.o.v. de jaren in de T_0. Op de langere termijn is in zowel de Voordelta als de Belgische kustwateren en de wateren voor de Hollandse en Friese kust een duidelijke afname in aantallen te zien. Hier doorheen is een variatie zichtbaar die verklaard kan worden door uitwisseling met de Belgische kustwateren (Figuur 4.5). Het is al langer bekend dat de overwinterende zwarte zee-eenden in de Nederlandse en Belgische kustwateren waarschijnlijk tot één (winter)populatie behoren, waarbij uitwisseling tussen de relatief dicht bij elkaar gelegen concentratiegebieden plaatsvindt (Hoekstein *et al.* 2003).



Figuur 4.5 Aantalsontwikkeling van zwarte zee-eenden in de Belgische kustzone en de Voordelta. Weergegeven is het seizoensmaximum in de periode 1993-2010 (Bron: INBO en Arts 2010)

Ook binnen Nederland vinden verschuivingen plaats, zoals afgelopen winter (2009/2010), van de Voordelta naar de buitendelta van de Waddenzee.
De negatieve aantalsontwikkeling van zwarte zee-eenden in de Nederlandse kustzone staat niet op zichzelf. Er lijkt sprake van een verschuiving van het overwinteringsgebied in noordelijke richting. Ook in België en Frankrijk is de afgelopen decennia namelijk sprake van afnemende aantallen in de overwinteringsgebieden. In Duitsland zijn geen aanwijzingen voor een negatieve trend. Ook in Denemarken wordt uitgegaan van een stabiele populatie.

Conclusie externe factoren:
Externe, niet nader te duiden factoren zijn van grote invloed op de aantallen zee-eenden voor de Franse, Belgische en Nederlandse kust. Het lijkt hierdoor lastig om effecten van de beheersmaatregelen te kunnen meten. Als duidelijk wordt waardoor deze achteruitgang van eenden voor onze kusten wordt veroorzaakt, dan is het wellicht mogelijk om de specifieke situatie en de effecten van de beheersmaatregelen hieraan te relateren.

4.8 Discussie

4.8.1 Integratie van gebruikspatronen

Het constateren van een mogelijke relatie tussen de verspreiding en dichtheid in en het gebiedsgebruik van de Voordelta door de zee-eenden en het menselijk gebruik van de Voordelta wordt gebaseerd op waarnemingen van eens in de paar weken. Deze waarnemingsfrequentie is vermoedelijk lager dan de variatie in verspreiding van mensen en zee-eenden. In ruimtelijke zin is de resolutie hoog.
Een (correlatief) effect is op deze wijze alleen te meten als de reacties van de eenden op menselijk gebruik een of enkele weken aanhouden. Een incidentele verstoring kan ook leiden tot een verandering in verspreiding en aantallen, maar de aanname is dat dit niet zal doorwerken in het grotere patroon van verspreiding en aantallen. De kans is aanwezig dat een incidentele verstoring dermate groot is dat deze voor langere tijd het patroon verandert, maar dat wordt op dit moment minder waarschijnlijk geacht.

Op dit moment zijn de gegevens van gebruik nog niet voldoende in temporeel detail uitgewerkt om een uitspraak te doen over relaties tussen ruimtelijke patronen. Deze temporele analyse dient in een vervolgstap te worden uitgevoerd. Dit betekent dat er, werkend van grof naar fijn, eerst over de gehele winterperiode, daarna met steeds kortere tijdsintervallen naar ruimtelijke patronen wordt gezocht. Mocht uit deze analyse op geen enkele tijdschaal een relatie blijken, dan dient te worden afgevraagd:

1. Is het ruimtelijke en temporele beeld van het gebruik en/of eenden representatief?
2. Klopt de veronderstelde causale relatie (verstoringsafstanden, frequentie, terugkeertijd)?
3. Is er een andere factor die allesoverheersend is, maar nog niet goed in kaart is gebracht in het huidige programma?

In dat laatste geval dient mogelijk de monitoring en/of het onderzoek te worden aangepast.

4.8.2 Integratie van voedselgegevens

Twee aandachtspunten ten aanzien van het belang van voedsel voor zee-eenden zijn het noemen waard.

In de eerste plaats is het dieet van zee-eenden onvoldoende duidelijk. De weinige verzamelde gegevens duiden op het dominante belang van relatief kleine exemplaren van mesheften (3 – 9 cm) als voedselbron voor zee-eenden in de Nederlandse kustwateren in recente jaren. Vermoedelijk is dit ook het geval in de Voordelta. Met het huidige monitoringprogramma kan, indien aanwezig, een relatie worden vastgesteld tussen de ligging van Ensisbanken met kleine exemplaren in het najaar en de verspreiding van zee-eenden in de gehele winterperiode. Een belangrijke randvoorwaarde hiervoor is dat er geen grote veranderingen plaatsvinden van de dichtheden en grootteklassen van (kleine) Ensis gedurende de winterperiode. Indien uit aangespoelde zee-eenden blijkt dat het voedsel (mede) andere soorten betreft, dan is met het huidige onderzoek (onder dezelfde randvoorwaarde) een eventuele ruimtelijke relatie aan te tonen. Indien blijkt dat de zee-eenden overdag niet op de foerageerlocaties zitten, maar dat ’s nachts doen, dan is met de huidige monitoring overdag geen patroon aan te tonen. Nagegaan wordt of experimentele nachtelijke monitoring mogelijk is met behulp van een verticale radar.

In de tweede plaats is de randvoorwaarde dat er geen opvallende verschuivingen of veranderingen in het benthos optreden gedurende de winterperiode van belang. Veranderingen in de dichtheden van het benthos gedurende de winter kunnen groot zijn (stormen), en ook kunnen de afmetingen en het gewicht van de schelpdieren nog veranderen. Een relatie in de verspreiding van schelpdieren en zee-eenden zal daarom waarschijnlijk het sterkst zijn in het begin van het winterseizoen.

Daarnaast kan een inschatting van de energetische behoefte van de eenden behulpzaam zijn bij het verkrijgen van inzicht in de potentiële functie van het benthos als voedselvoorraad voor een bepaalde populatie zee-eenden.

Verwacht wordt dat het voorliggende programma voldoende zal zijn om een antwoord te krijgen op het belang van voedsel voor de aantallen, verspreiding in en het gebruik van de Voordelta m.b.t. de zwarte zee-eend.

4.8.3 Integratie van abiotische gegevens

Vooralsnog zijn er geen aanwijzingen dat er veranderingen in abiotische omstandigheden zijn opgetreden die van invloed kunnen zijn geweest op het voorkomen van de zwarte zee-eend. Gezien de voorliggende MEP vragen ligt de prioriteit vooraleerst bij het voedsel en gebruik als mogelijke beperkende factoren voor aantallen en verspreiding c.q. gebruik van de Voordelta voor zee-eenden. Daarnaast is duidelijk geworden dat er externe ontwikkelingen zijn in aantallen zee-eenden die ook in de Voordelta merkbaar zijn. Op basis van de huidige kennis wordt er vanuit gegaan dat deze drie factoren een relatief grotere directe invloed hebben op de eenden dan abiotiek.

4.8.4 Integratie van externe factoren

Uit de gegevens in de lange termijn reeksen en grootschalige verspreidingen van zee-eenden lijken andersoortige processen dan (uniek) binnen de Voordelta een belangrijke zo niet dominante rol te spelen in de aantallen van de eenden in de Voordelta. In principe is de onderzoeksopzet hierop aangepast door ook naar gegevens over de ontwikkelingen van zee-eendpopulaties elders in NW Europa te kijken. Daarnaast speelt de grote, onverklaarde variatie in deze cijfers een belangrijke (beperkende) rol in de zeggingskracht van de analyse van de ruimtelijke patronen zoals binnen dit monitoringplan bedoeld. Er zal in de komende periode worden getracht om nog aanvullende gegevens te verkrijgen of de bestaande gegevens beter te duiden in de context van de dynamica van de West-Europese winterpopulatie van de zwarte zee-eend.

Indien de aantallen verder omlaag gaan zal het steeds lastiger worden om de rol van de Voordelta in de dynamiek van de lokale populatie zwarte zee-eenden te onderzoeken. Er kan bij een voortgaande dalende trend een punt bereikt worden waarbij onderzoek en monitoring niet zinvol meer zijn.

4.8.5 Voorlopige conclusies

De monitoring van zee-eenden lijkt voldoende om inzicht te geven in aantallen en verspreiding in de Voordelta. Veranderingen hierin gedurende het seizoen en tussen de jaren zullen hiermee kunnen worden waargenomen.
Het vaststellen van mogelijke relaties van aantallen, verspreiding en gebruik van de Voordelta door de zee-eenden met het menselijk gebruik van het gebied, de voedselvoorraad, abiotische factoren en externe factoren vindt plaats door ruimtelijke en temporele patronen op elkaar te leggen. Correlaties in deze patronen wijzen op causale relaties. Aan de basis van deze analyse liggen aannames ten aanzien van de causale relaties en vooral de tijdschaal waarop deze verondersteld worden te werken: de afstemming tussen de ontwikkeling in de tijd van aangenomen causale factoren enerzijds, en de variatie in aantallen en verspreiding van de zee-eenden anderzijds.

In een eerste vervolganalyse zullen de gegevens over menselijk gebruik met meer detail in de tijd geanalyseerd dienen te worden. Naast een analyse op seizoenschaal van de gegevens van de eenden en het gebruik, is een analyse op kleinere tijdsintervallen van belang. De focus zal daarbij liggen op de rustgebieden en (ruimere) gebieden rondom de relatief hoge concentraties met eenden, omdat verwacht wordt dat daar de grootste contrasten in gebruik en eenden zichtbaar zullen zijn.
Een tweede vervolganalyse richt zich op de relatie tussen de ruimtelijke verspreiding van de eenden en hun voedsel: de kleinere Ensis exemplaren. Het is de verwachting dat deze ruimtelijke relatie het sterkst is in het begin van het seizoen, kort na de aankomst van de eenden. Immers, dan zal het beeld van het benthos zoals verkregen in de najaarsopname nog het meest overeenkomen.
Een derde analyse richt zich op het verkrijgen van meer gegevens over de West-Europese winterverspreiding van de zwarte zee-eend, en het beter duiden van deze gegevens in de context van de dynamica van de West-Europese winterpopulatie van de zwarte zee-eend.

4.9 Referenties

Leopold MF, van Stralen MR, de Vlas J (2008) Zee-eenden en schelpdiervisserij in de Voordelta. IMARES rapport C008/08.

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.

RIKZ, 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, 301 pp.

Seegers HCM, Hoogvliet MC, Dam LA, 2006. Nulmeting Gebruiksfuncties Voordelta, eindrapportage. Rapport 04.W029.00/2, CSO, Bunnik.

Tulp I., Craeymeersch J., Leoppold M., Van Damme C., Fey F., The role of the invasive bivalve Ensis directus as food source for fish and birds in the Dutch coastal zone. Estuarine, Coastal and Shelf Science 90 116-128.

VenW, 2008. Beheerplan Voordelta.

5 MEP vraag 3 en 4: Grote stern en visdief

5.1 Inleiding

Het MEP Natuurcompensatie Voordelta of MEP-NCV (VenW, 2009) beschrijft het monitoring- en evaluatieprogramma rond de uitvoering van de maatregelen voor natuurcompensatie bij de aanleg van de Tweede Maasvlakte, en sluit aan bij het onderdeel natuur van het MEP Aanleg. De vragen voor de grote stern en de visdief zijn samengevoegd omdat er geen structureel verschil is in de manier waarop de vragen kunnen worden geordend. Uiteraard is er wel verschil in de inhoudelijke uitwerking van de vragen (verspreiding en voedsel zijn bijvoorbeeld duidelijk verschillend), maar deze is voor de ordening van de hypotheses niet van belang.

Hoofdvraag 3: Wordt het verlies aan foerageergebied van de grote stern als gevolg van het ruimtebeslag en het gebruik van Maasvlakte 2 voldoende gecompenseerd?

Hoofdvraag 4: Wordt het verlies aan foerageergebied van de visdief als gevolg van het ruimtebeslag en het gebruik van Maasvlakte 2 voldoende gecompenseerd?

Binnen het MEP Natuurcompensatie Voordelta zijn voor de deze hoofdvraag drie subvragen geformuleerd. Alleen de laatste twee subvragen (b en c) hebben betrekking op de monitoring van de natuurcompensatie van de Voordelta:

b) Leidt het instellen van het bodembeschermingsgebied tot een gelijkblijvende potentiële functie van de Voordelta voor de grote stern / visdief in termen van voedselbeschikbaarheid?
   i) Treden veranderingen op in verspreidingspatronen en het aantal vogeldagen van de grote stern / visdief t.o.v. de situatie vóór de aanleg van Maasvlakte 2?
   ii) Zijn deze veranderingen toe te schrijven aan (veranderingen in) de voedselbeschikbaarheid of zijn andere factoren van (groter) belang?
c) Leidt het instellen van de rustgebieden tot een toename van het aantal op platen rustende grote sterns / visdief en zo ja, is deze verandering toe te schrijven aan de aanwezigheid van de rustgebieden of ook aan andere factoren?

Evaluatievraag 3/4b betreft het causale verband tussen het gebruik van de Voordelta als foerageergebied door grote stern en visdief en een van de compensatiemaatregelen, nl. het uitsluiten van bepaalde vormen van bodemberoerende visserij. Voor de beantwoording van deze vraag is enerzijds het voedselaanbod van belang (gegevens afkomstig uit de percelen Benthos en Vis), en anderzijds het aantal vogeldagen van deze twee soorten in de Voordelta (gegevens perceel Vogels). Onderliggende vragen betreffen het begrijpen van het gebruik van de Voordelta door de sterns, waarbij naast het voedselaanbod ook andere factoren een rol spelen, zoals abiotische omstandigheden (o.a. doorzicht) en verstoring door menselijk gebruik. Ook ontwikkelingen buiten het gebied kunnen van invloed zijn op de broedpopulaties die gebruik maken van de Voordelta.
Evaluatievraag 3/4c betreft het causale verband tussen het gebruik van de Voordelta door de sterns en een van de compensatiemaatregelen, nl. het instellen van rustgebieden. Ook voor deze vraag is het aantal vogeldagen de belangrijkste indicator.

Teneinde inzicht te krijgen hoe de percelen gezamenlijk bijdragen aan de evaluatievragen zoals die in de effectschema's gevisualiseerd zijn, wordt onderstaand de uitwerking gegeven van de subvragen voor het onderdeel grote sterns en visdief. De codes M1, M2 en V1/G1 et cetera verwijzen naar de ingreep-effectrelaties in het schema weergegeven in Figuur 2.3.

- Is het gebruik van de Voordelta door de grote stern/visdief na instelling van het bodembeschermingsgebied (M2) gelijk aan de situatie van voor de aanleg van Maasvlakte 2?
    - Is er een verandering in verspreidingspatroon?
    - Is er een verandering in aantal vogeldagen?

Onderstaande subvragen betreffen evenals bij vraag 2b verstoring door menselijk gebruik, invloed van abiotische omstandigheden en mogelijk andere externe factoren.

- Is er een verandering in het voedselaanbod (V2/G2)?
    - Wat is het voedsel van grote stern/visdieven?
    - Hoeveel voedsel is er beschikbaar?
    - Wanneer is het voedsel beschikbaar?

- Is het menselijk gebruik van de Voordelta van (groter) belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de grote stern/visdief (V1/G1)?
    - Welke vormen van recreatie zijn hierop van invloed?
    - Welke vormen van visserij zijn hierop van invloed?

- Zijn er abiotische factoren van (groter) belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de grote stern/visdief (V3/G3)?
    - Welke abiotische factoren?
    - Welke hydrodynamische factoren zijn van belang?
    - Welke morfologische factoren zijn van belang?

- Zijn er externe factoren van (groter) belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de grote stern/visdief (V4/G4)?
    - Welke externe factoren?
    - Welke weersomstandigheden zijn van belang?
    - Wat is de invloed van de populatiedynamiek van grote stern/visdieven buiten de voordelta?

- Is de externe populatiedynamica van broedpopulaties van (groter) belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de grote stern/visdief (S1)?

In de onderstaande alinea's worden de bovengenoemde vragen behandeld aan de hand van de ingreep–effectrelaties zoals beschreven in Figuur 2.3.

5.2 De maatregel

Grote sterns en visdieven broeden in de aangrenzende Natura 2000-gebieden. Hun voedsel bestaat uit kleine vissen. Van het ondiepe zeegedeelte waar de sterns foerageren, gaat een deel verloren met de aanleg van Maasvlakte 2. Dit heeft met name effecten in de zomerperiode, wanneer door het uitvliegen van de jongen de actieradius beperkt is.
De Voordelta is voor de grote stern en visdief vooral in het broedseizoen belangrijk foerageergebied.

In deze periode is er dan ook een significant negatief effect op de grote stern (6.900 vogeldagen, 1,8% van het aantal vogels) en visdief (8.100 vogeldagen, 5,9% van het aantal vogels) als gevolg van de afname van de omvang en kwaliteit (doorzichtafname) van het foerageergebied in de Voordelta voor de grote stern. De doorzichtafname is alleen gerelateerd aan de aanlegfase van Maasvlakte 2. Dat effect op zichzelf is niet significant, maar in samenhang met het permanente effect van de afname van het areaal zeebodem wel in de compensatieopgave meegenomen (VenW, 2008).
Het voorkomen van de sterns 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. De beschikbaarheid van geschikt voedsel wordt deels beïnvloed door de visserij, maar waarschijnlijk zijn morfodynamica en waterkwaliteit, en factoren buiten de Voordelta het meest bepalend voor het voorkomen van stapelvoedsel. De verwachting is dat rustverstoring op de platen als gevolg van recreatie wordt verminderd door het instellen van de rustgebieden. Doel van de maatregel is in de zomerperiode op droogvallende platen in de Voordelta meer rust te creëren. Hierdoor kunnen de grote stern en de visdief met hun jongen deze platen beter benutten om te rusten en makkelijker bij hun voedselgebieden op zee komen. Dit moet resulteren in een, ten opzichte van de T_0, gelijkblijvend voedselaanbod voor de sterns.

Verwachte effect maatregel
Door het instellen van de rustgebieden, worden de negatieve effecten van de Maasvlakte 2 als gevolg van verlies van foerageergebied gecompenseerd. Dit zal zichtbaar zijn in het gelijk blijven van het aantal vogeldagen (als primaire parameter) in de Voordelta.
Uit het gebiedsgebruik moet blijken dat de rustgebieden bijdragen aan het voorkomen van verstoring van de sterns.
Ontwikkelingen in de morfodynamica en waterkwaliteit zijn medebepalend voor de geschiktheid van het gebied als foerageergebied. Ontwikkelingen buiten de Voordelta (bijvoorbeeld in de broedpopulaties, zoals geschiktheid broedhabitat, predatie, etc.) en andere externe factoren zijn waarschijnlijk van grote invloed op het aantal vogeldagen in de Voordelta.

5.3 Voedselfunctie van het bodembeschermingsgebied: Evaluatievraag 3/4b

5.3.1 Instelling Bodembeschermingsgebied (M2)

De instelling van het bodembeschermingsgebied houdt in dat in twee gebieden de bodemberoerende visserij (vooral gericht op platvis en garnalen) met een motorvermogen groter dan 260 pk (191 kW) werd verboden. De aanname is dat door deze maatregel de visbiomassa toeneemt en daarmee ook de hoeveelheid voor sterns beschikbare hoeveelheid voedsel.
In hoofdstuk 4 is de afname van de visserijdruk door de beheersmaatregel besproken en het effect hiervan op de visstand.

5.3.2 Verspreidingspatroon en vogeldagen sterns: evaluatievraag 3/4b1

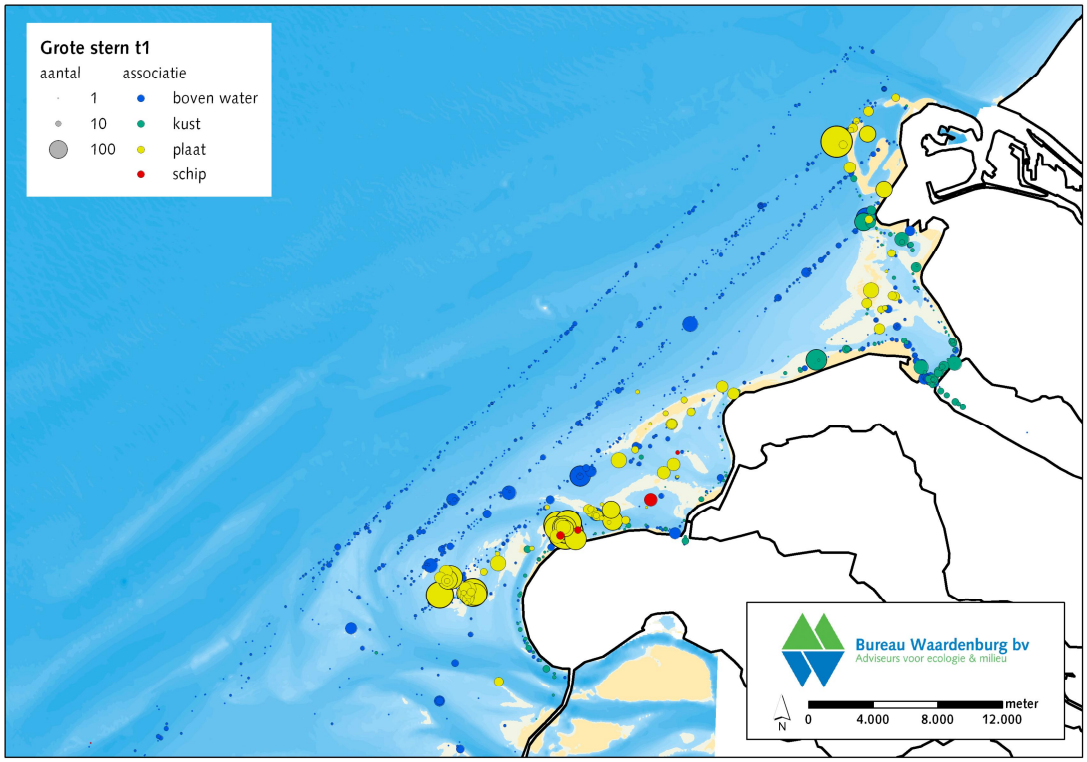
Is het gebruik van de Voordelta door de grote stern/visdief na instelling van het bodembeschermingsgebied (M2) gelijk aan de situatie van voor de aanleg van Maasvlakte 2?
- Is er een verandering in verspreidingspatroon?
- Is er een verandering in aantal vogeldagen?

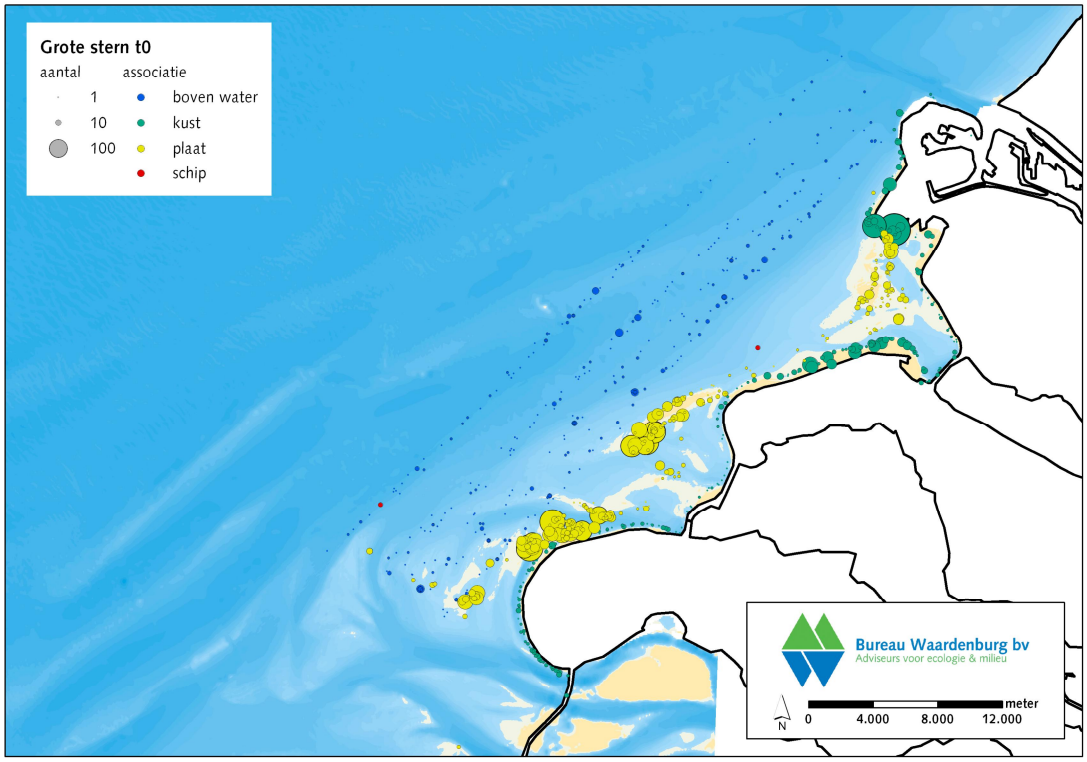
Beschikbare gegevens
Gebiedsgebruik en foerageergedrag van sterns worden bestudeerd door het volgen van gezenderde vogels. Daarnaast worden via vliegtuigwaarnemingen tellingen uitgevoerd in de

Voordelta. In de T_0 periode zijn gegevens verzameld in 2005-2006 (Poot et al., 2006), daarnaast zijn gegevens beschikbaar over 2009-2010.
Tijdens het zomerhalfjaar, wanneer sterns in het gebied aanwezig zijn, is het gebiedsgebruik binnen de Voordelta vastgelegd in de T_1, met speciale nadruk op het rusten op de platen in verband met de instelling van rustgebieden. Een groot deel van deze vogels betreft de broedvogels uit de kolonies in het Haringvliet, zoals het zenderwerk laat zien (zie verder).

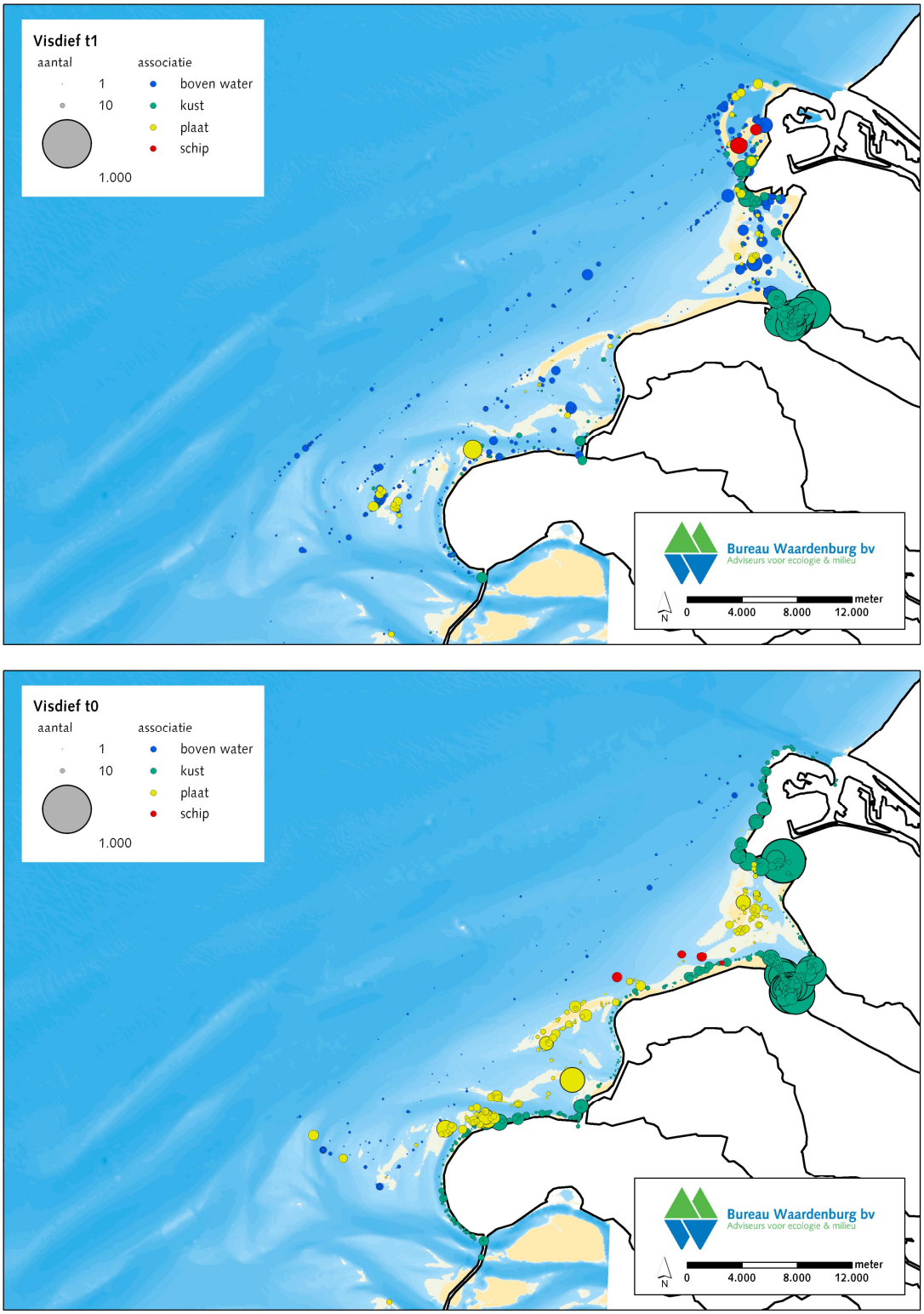
Resultaten vliegtuigwaarnemingen
In de nazomer kwamen net als tijdens de nulmeting relatief grote foerageerconcentraties in het zeegebied voor de Kop van Schouwen voor. In april werden grote concentraties net aangekomen grote sterns op de platen en stranden waargenomen. In 2009 en 2010 is net als tijdens de nulmeting vastgesteld dat de grote sterns uit de kolonies tot ver buiten het studiegebied binnen de Voordelta foerageren.
Een cumulatief verspreidingsbeeld van beide soorten, grote stern en visdief, is gegenereerd (Figuren 5.1, 5.2). Het merendeel van de grote concentraties in het verspreidingsbeeld van de grote stern betreft rustende sterns op platen. Interessant hierbij is het om te wijzen op het gebruik van de zandeilanden van de toekomstige Tweede Maasvlakte die direct in april door met name grote sterns werden ontdekt. Deze platen waren ook tijdens hoogwater beschikbaar, dit in tegenstelling tot de andere platen als de Bollen van de Ooster, Hinderplaat en vooral de Platen bij de Banjaard (Bollen van het Nieuwe Zand) en voor de Kop van Schouwen (Verklikkerplaat). In dit laatste gebied gaat het zowel om concentraties vogels die op platen rusten, als om concentraties foeragerende vogels. Dit beeld komt overeen met de nulmeting. In 2010 hebben de platen in rustgebied Bollen van het Nieuwe Zand zich uitgebreid in zuidwestelijke richting. Rustende grote sterns bevinden zich daarom deels buiten de grens van het rustgebied. In 2010 werden geen rustconcentraties van sterns meer waargenomen op de nieuwe Tweede Maasvlakte, vermoedelijk omdat de menselijke activiteiten te veel waren toegenomen. Wel lijkt het kustwater van het nieuwe land vooral voor visdief aantrekkelijk als foerageergebied. Ook werd bij deze soort vastgesteld dat deze profiteren van de zandhoppers, waar in de troebele wolken achter deze schepen soms door tientallen vogels wordt gefoerageerd.

Ten aanzien van de aantallen vliegende/foeragerende sterns in de Voordelta kan worden vermeld dat in de T_1 meer grote sterns en visdieven boven open water actief zijn dan in de T_0 (Figuren 5.3 en 5.4). Voor visdieven geldt daarbij dat er minder dieren onder de kust foerageren en het totaal aantal in de T_0 en T_1 vergelijkbaar is. Voor grote sterns is het totaal aantal vogels in de T_1 groter dan in de T_0.

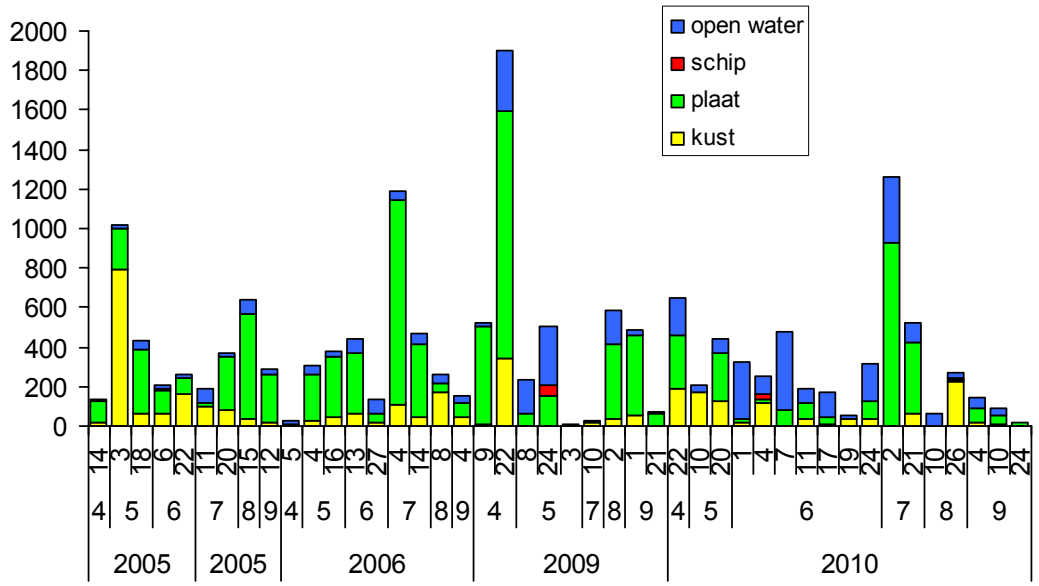




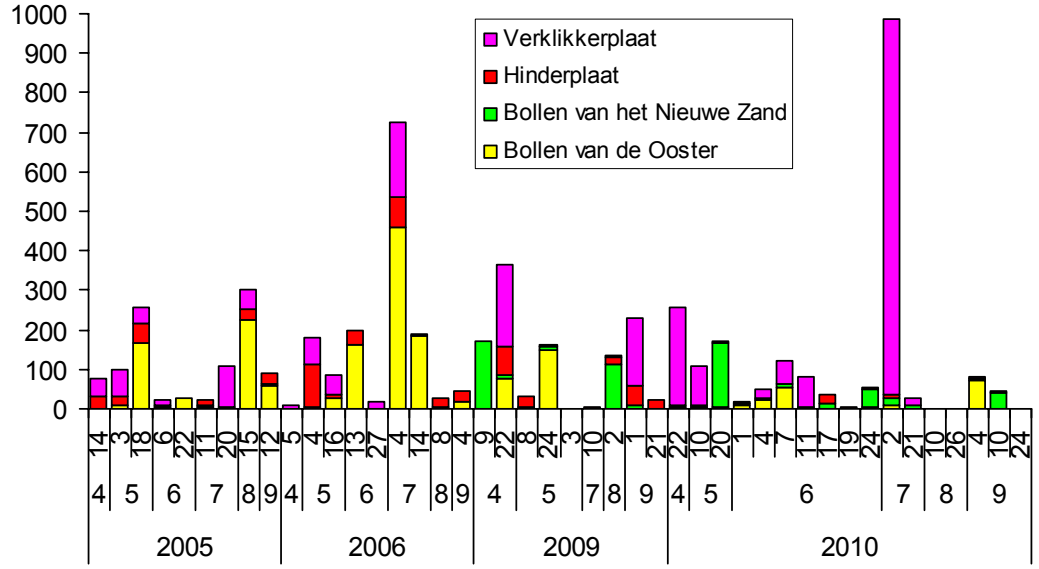
Figuur 5.1 Cumulatieve verspreiding van grote stern zomerhalfjaar T_1 (2009 en 2010) en T_0 (2005 en 2006) (april-september).



Figuur 5.2 Cumulatieve verspreiding van visdief zomerhalfjaar T_1 (2009 en 2010) en T_0 (2005 en 2006) (april-september).



Figuur 5.3 Aantallen grote sterns per telling tijdens de T_0 (2005 en 2006) en T_1 (2009 en 2010), onderverdeeld naar vier typen habitat (situatie tijdens laagwater).



Figuur 5.4 Aantallen grote sterns in de aangewezen rustgebieden per telling tijdens de T_0 (2005 en 2006) en T_1 (2009 en 2010).

Resultaten zenderen
In de T_0 zijn geen vogels gezenderd. Er kan op dit punt dus geen vergelijking worden gemaakt met de T_0. In 2009 leken in het gehele studiegebied sterns uit de kolonies in het Haringvliet te kunnen worden aangetroffen. Wel is het zo dat bepaalde stukken duidelijk aantrekkelijker zijn dan andere gebieden. Voorbeelden zijn de uitstroomopening van de Haringvlietsluizen om te foerageren, verschillende zandplaten in de Voordelta als rustplaats en andere sternkolonies waar vogels opduiken (Slufter, Markenje, Hooge Platen). In 2010 konden geen succesvolle foerageertochten van gezenderde grote sterns worden vastgelegd, omdat de meeste zenders vrij snel na bevestiging weer van de dieren los kwamen. De zender die het langst bleef zitten was 2-047. Op deze vogel bleef de zender 13 dagen op de rug zitten en goed werken. Helaas is dit dier alleen nooit in het veld waargenomen.
De resultaten van het zenderen werden in 2010 bovendien beperkt doordat storing met lokale zenders optrad (voor details, zie Deel B, § 3.3.8).
De meeste waarnemingen van gezenderde visdieven zijn net als in 2009 gedaan bij de uitstroomopeningen van de Haringvlietsluizen. Vanuit de lucht zijn diverse visdieven gelogd in het gebied waar de Tweede Maasvlakte wordt aangelegd. Tijdens de sterntellingen is regelmatig gebleken dat visdieven graag rond de baggerschepen foerageren waarschijnlijk doordat de wervelingen in het water voedsel beschikbaar maken voor de sterns. Daarnaast wordt ook de Hinderplaat (ten zuiden van de Maasvlakte) veelvuldig gebruikt door visdieven uit beide kolonies om te foerageren.

5.3.3 Effect voedselaanbod voor de sterns: evaluatievraag 3/4b2

Is er een verandering in het voedselaanbod (V2/G2)?
- Wat is het voedsel van grote stern/visdieven?
- Hoeveel voedsel is er beschikbaar?
- Wanneer is het voedsel beschikbaar?

Beschikbare gegevens
Bij voedselspecialisten zoals sterns zijn veranderingen in de dieetsamenstelling, het foerageergedrag of de foerageerduur sterk indicatief voor veranderingen in de voedselbeschikbaarheid in het foerageergebied. De voedselecologie van de sterns wordt onderzocht door waarnemingen in broedkolonies. Metingen aan broedkolonies in de Voordelta zijn gestart in 2009. Gegevens uit nulmetingen zijn afwezig. Wel zijn gegevens beschikbaar van voor 2009 van een ‘referentie kolonie’ in Zeebrugge (België). Helaas bleken de grote sterns in Zeebrugge in 2009 en 2010 geen jongen groot te hebben gebracht vanwege predatie door vossen. Deze jaren uit de kolonie Zeebrugge kunnen daarom niet als referentie dienen.

Vanaf 2009 wordt onderzoek in het door de Maasvlakte 2 beïnvloede gebied (Scheelhoek kolonies) uitgevoerd. Hiermee worden seizoensgebonden en jaarlijkse veranderingen in de samenstelling van het voedsel van zowel oudervogels als kuikens gemeten, en de effecten daarvan op de groei en overleving van de kuikens en het foerageergedrag van oudervogels. Dieet en foerageergedrag worden vergeleken met die in een referentiekolonie (Zeebrugge).
Uit de najaarsbemonsteringen met de bodemschaaf in het bodemdieronderzoek komen gegevens beschikbaar over de bestanden van zandspieringen, en andere mogelijke voedselbronnen. De voor- en najaarsbemonsteringen van het visonderzoek kunnen (beperkt) gebruikt worden voor aanvullende informatie over relevante visbestanden.

Resultaten
Nog niet alle gegevens van de voedselsamenstelling voor 2010 zijn uitgewerkt. Uit de gegevens van 2009 en de voorlopige gegevens van 2010 blijkt dat grote sternkuikens vooral

haringachtigen (haring en sprot) en zandspiering eten. Het aandeel haringachtigen was in 2009 groter (84%) dan in 2010 (55%). Volwassen grote sterns eten relatief meer zandspiering (48%), en ook opvallend veel zagers, vermoedelijk om het verlies aan kalk door eiproductie te compenseren. De visdief heeft een gevarieerder dieet (minder specialistisch). Het aandeel zoetwatervis is dominant: 61% in 2009 en 87% in 2010 (visdieven foerageren ook op het Haringvliet). Het aandeel haringachtigen varieerde van 24% (kolonie Slijkplaat) tot 35% (kolonie Scheelhoek) in 2009, maar was evenals voor grote sterns beduidend lager in 2010: ca. 5% in kolonie Scheelhoek. Dit duidt op een verminderde beschikbaarheid van haringachtigen in de Voordelta in 2010 ten opzichte van 2009.
Hoewel het broedsucces op de Scheelhoekeilanden grotendeels werd bepaald door factoren die inherent waren aan het broedgebied (zoals verstoring en predatie, snelle groei van de vegetatie en hoge waterstanden), lijkt de verminderde beschikbaarheid van de relatief voedselrijke haringachtigen een effect te hebben gehad op de groei van de kuikens. De groei van de kuikens van zowel de grote stern als van de visdief stagneerde op bepaalde momenten.

Zowel in 2009 als in 2010 bleef het broedsucces duidelijk achter bij het gemiddelde uit Zeebrugge over de jaren 1997 - 2007. Zoals al aangegeven spelen andere factoren een belangrijke en mogelijk dominante rol in het bepalen van het uiteindelijke broedsucces van de sterns. Vooral de conditie van de kuikens kan aan de voedselbeschikbaarheid worden gerelateerd. Het is vooralsnog onduidelijk wat de lokale voedselbeschikbaarheid bepaalt. Dit kan te maken hebben met de timing van de aanvoer van vislarven en juvenielen in het gebied, maar ook andere factoren zoals weersomstandigheden of het openen van de Haringvlietsluizen kunnen hierin een rol hebben gespeeld. Daarvoor moeten de gegevens eerst gekoppeld worden aan andere datasets (bijvoorbeeld de situatie op de Wadden) en aan de gegevens van de gezenderde vogels en dienen de resultaten vertaald te worden naar een energiebudget. Dit zal in een vervolganalyse worden uitgevoerd.

Uit de percelen Benthos en Vis komen de gegevens over de aanwezigheid van haring, sprot en zandspiering. Hieruit komt geen eenduidig beeld naar voren ten aanzien van de variaties in dichtheden. Verschillende analyses (gebiedsgewijs versus stationsgewijs) laten verschillende beelden zien. Voor de sterns is de situatie in het voorjaar het meest relevant. Grote sterns foerageren zowel in het bodembeschermingsgebied als daarbuiten. Visdieven foerageren ook veel op zoet water. Het beeld in het bodembeschermingsgebied hoeft daarom niet een correct beeld te geven van de voedselsituatie voor de sterns. De gebiedsgewijze vergelijking geeft een gemiddeld lagere haring en sprotdichtheid in het bodembeschermingsgebied in 2010 dan in 2009, maar het verschil is niet significant. De lagere dichtheid van haring en sprot in het bodembeschermingsgebied in 2010 in vergelijking met 2009 zou een verklaring kunnen zijn voor de lagere conditie van de kuikens in 2010 dan in 2009. In het referentiegebied is er geen verschil. De stationsgewijze vergelijking (gepaard) is niet geanalyseerd voor verschillen tussen 2009 en 2010. Verschillen tussen het bodembeschermingsgebied en het referentiegebied in het voorjaar zijn niet aantoonbaar voor dichtheid van haringachtigen. Vanwege tijdsbeperkingen zijn de gegevens over zandspiering uit perceel Benthos nog niet uitgewerkt.

Conclusie voedselaanbod:
Zowel grote sterns als visdieven eten bij voorkeur haring en sprot; dit zijn relatief vette vissoorten en daarom voedzamer voor kuikens dan andere vis. Visdieven eten daarnaast ook voor een groot deel zoetwatervis.
De gegevens wijzen op een lager broedsucces in de T_1 in vergelijking met de referentie (T_0 in Zeebrugge). Het broedsucces is waarschijnlijk lager door een hogere predatie (meeuwen,

ratten), groei van vegetatie en hoog water, en is dus niet zonder meer toe te schrijven aan opgetreden veranderingen in de Voordelta. De gegevens over de aanvoer van prooien voor de sternkuikens en uit perceel Vis lijken erop te duiden dat in 2010 het aanbod haringachtigen in de Voordelta lager was dan in 2009 (beide jaren T_1). Een vergelijking met T_0 uit de Voordelta is niet mogelijk, maar wel met T_0 uit Zeebrugge. Hieruit blijkt dat de groei en vooral het broedsucces van de sterns in de T_0 achterblijft, maar broedsucces wordt niet alleen door het voedselaanbod maar ook door predatie en habitatkwaliteit bepaald. Naar verwachting hebben de bodembeschermingsgebieden noch de rustgebieden effect op het aanbod haringachtigen (geen ingreep-effectrelatie). Mogelijk is er een effect op de (deels benthische) zandspieringen, maar de gegevens wijzen erop dat de zandspiering geen eerste keuze prooidier is voor de sterns. Dat zijn haring en sprot.

5.4 Rustgebieden: evaluatievraag 3/4c

Is het menselijk gebruik van de Voordelta van (groter) belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de grote stern/visdief (V1/G1)?

- Welke vormen van recreatie zijn hierop van invloed?
- Welke vormen van visserij zijn hierop van invloed?

5.4.1 Instellen rustgebied (M1)

De instelling van twee rustgebieden (binnen het bodembeschermingsgebied) houdt in dat menselijke activiteiten, zowel beroepsmatig als recreatief, hier niet zijn toegestaan. Omdat op platen rustende sterns gevoelig zijn voor verstoring, is de verwachting dat dit extra rust- en foerageermogelijkheden biedt, zodat binnen deze gebieden de aantallen sterns zullen toenemen.

5.4.2 Effect instellen rustgebied (V1/G1)

Beschikbare gegevens

Gegevens van veldwaarnemingen (landwaarnemingen, luchtwaarnemingen, en in T_0 enkele door Bureau Waardenburg uitgevoerde luchtwaarnemingen) zijn gebruikt om het gebiedsgebruik rond de ingestelde rustgebieden in beeld te brengen. In kaarten is het waargenomen gebruik ruimtelijk weergegeven, waarbij vooral het plaatbezoek een belangrijke verstoring vormt. Voor de T_0 periode zijn gegevens beschikbaar over het jaar 2000, 2003, 2005 en 2006 (Provincie Zeeland & Seegers et al., 2006). Voor de sterns is met name verstoring in de periode april-september van belang. Bekend is dat de sterns vooral verstoord worden door plaatbezoek. Scheepvaart vindt plaats bij voldoende water, maar dan zijn de platen niet door sterns in gebruik. De verstoringsafstand van plaatbezoek is ongeveer 250 m. Daarom is het gebruik in een bufferzone van 250 m rondom de rustgebieden ook meegenomen.

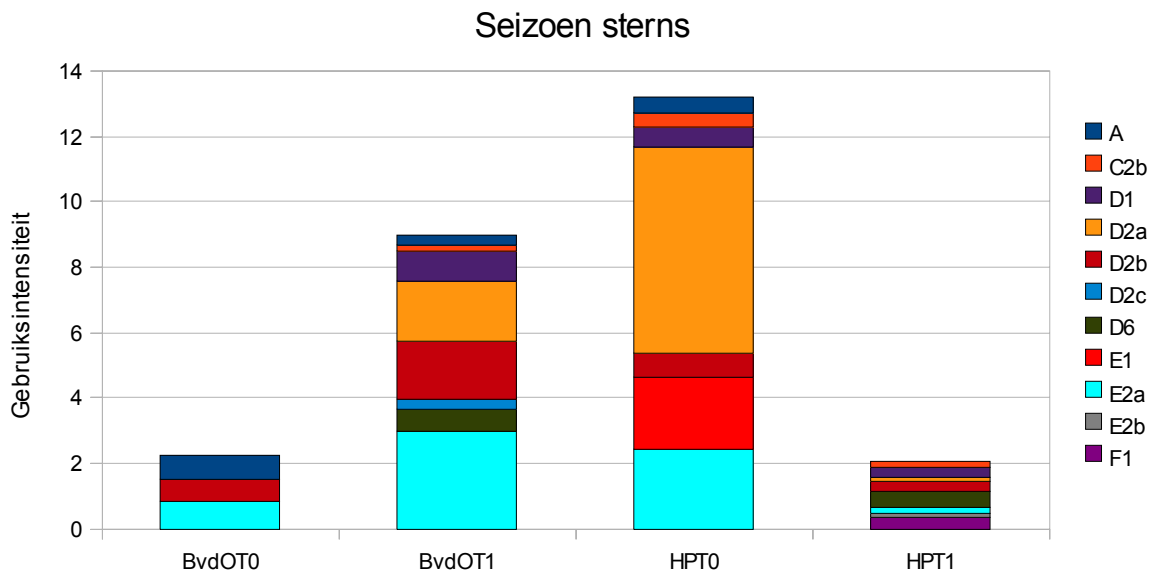
Resultaten

De intensiteit van verstorende activiteiten is gecorrigeerd voor het verschil tussen jaren in aantal waarnemingen. De resultaten (Figuur 5.5, 5.6) lijken te wijzen op een afname van de verstoring in de T_1 op de Hinderplaat, en een toename op de Bollen van de Ooster. In de T_0 periode is tijdens tellingen door de provincie Zeeland plaatbezoek waargenomen in deze twee rustgebieden, maar niet door CSO (waarnemingen zijn alleen gedaan in 2005). In de T_1 periode is meerdere keren plaatbezoek waargenomen op zowel de Bollen van de Ooster als de Hinderplaat (Tabel 5.1).

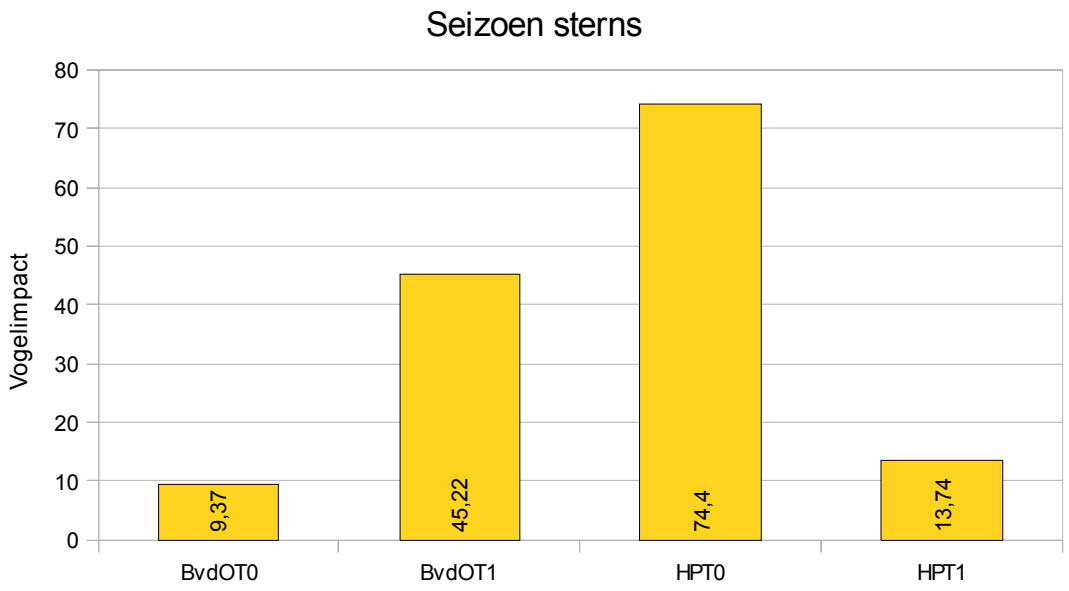
Bij grote stern valt op dat ten opzichte van de T_0 veel minder vogels gebruik maken van het rustgebied Bollen van de Ooster (Figuur 5.1). In mindere mate lijkt dit ook te gelden voor de Hinderplaat. Een vergelijkbaar beeld geldt voor de visdief (Figuur 5.2).

Tabel 5.1 Plaatbezoek per gebied per waarnemingsseizoen. N.B. ter vergelijking zijn hier ook de gegevens van monitoring door CSO in de zomer van 2010 meegenomen

Locatie	Recreatietellingen provincie Zeeland				Monitoring CSO		
	Zomer '00	Zomer '03	Zomer '06	Zomer '09	Zomer '05	Zomer '09	Zomer '10
Bollen van de Ooster	17	4	9	2	0	2	8
Hinderplaat	41	0	0	0	0	12	12
Totaal	58	4	9	2	0	14	20
Aantal waarnemingen	14	16	16	14	15	35	37
Gemiddeld aantal per waarneming	4,14	0,25	0,56	0,14	0,00	0,40	0,54



Figuur 5.5 Aanwezigheid gebruik in rustgebied Bollen van de Ooster (links, BvdO-T_0 en BvdO-T_1) en Hinderplaat (rechts, HP-T_0 en HP-T_1), beiden inclusief bufferzone van 0,25 km, voor het totale stern seizoen van T_0 en T_1. Voor een verklaring van de deelparametercodes, zie Deel B . A=Visserschip; C2b=Sportvisserij (klein); D1=Gemotoriseerde waterrecreatie; D2a=Kitesurfen; D2b=Windsurfen; D2c=Golfsurfen; D6=Plaatbezoek; E1=Overige scheepvaart; E2a=Zeiljacht; E2b=Motorjacht; F1=Kleine luchtvaart.



Figuur 5.6 Vogelimpact in rustgebieden Bollen van de Ooster en Hinderplaat, beiden inclusief bufferzone van 0,25 km, voor het totale stern seizoen van T_0 en T_1

Conclusie rustgebieden:
In grote lijnen lijkt het erop dat er een correlatie is tussen toegenomen geconstateerd plaatbezoek in de T_1 t.o.v. de T_0 en afgenomen geconstateerde aantallen rustende sterns op de platen. Een nadere temporele analyse is nodig om te kunnen achterhalen of er ook een causaal verband is, d.w.z. of de afname van rustende vogels plaatsvonden tijdens en/of na het plaatbezoek. Opvallend is wel dat plaatbezoek ook regelmatig is waargenomen na het instellen van de rustgebieden. Dit zou betekenen dat het effect van het instellen van de rustgebieden niet heeft geleid tot een verbeterde situatie voor sterns vanwege een gebrek aan handhaving. Als de relatie plaatbezoek en rustende sterns stand houdt na verdere analyse, dan betekent dit wel dat bij verminderd plaatbezoek de situatie voor rustende sterns weer verbetert en er dus weer meer rustende sterns verwacht kunnen worden.

5.5 Effecten van overige factoren

5.5.1 Effecten abiotische omstandigheden

Zijn er abiotische factoren van (groter) belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de grote stern/visdief (V3/G3)?

- Welke abiotische factoren?
- Welke hydrodynamische factoren zijn van belang?
- Welke morfologische factoren zijn van belang?

Gegevens uit het perceel Abiotiek zijn nog niet (voldoende) uitgewerkt. Voor foeragerende grote sterns bestaat een optimale troebelheid waarbij het vangstsucces het beste is. Dergelijke troebelheid komt voor in kustwateren en wordt mede beïnvloed door de getijdencyclus, diepte en wind alhoewel statistisch significante relaties moeilijk vast te stellen zijn (Baptist & Leopold 2007). De hoge dichtheden sterns rond het gebied rond de Tweede Maasvlakte duiden erop dat de zandsuppleties ook profijtelijke situaties voor sterns opleveren. Er zijn geen meetgegevens die ondersteunen of dit gerelateerd is aan troebelheid. Wellicht biedt fotomateriaal van de vliegtuigwaarnemingen van vogels hiervoor indicaties.

5.5.2 Effecten externe factoren

Zijn er externe factoren van (groter) belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de grote stern/visdief (V4/G4)?

- Welke externe factoren?
- Welke weersomstandigheden zijn van belang?
- Wat is de invloed van de populatiedynamiek van grote stern/visdieven buiten de voordelta?

De beperkende factoren voor de groei van de populatie sterns zijn op zich goed bekend, maar het is afhankelijk van jaar en kolonie welke factor op een specifiek moment beperkend is. De voedseltoestand en menselijke verstoring van rustende sterns zijn de twee factoren die door de beheersmaatregelen zijn bedoeld te verbeteren. Echter, uit het onderzoek in de broedkolonies blijken factoren als habitatkwaliteit (vooral begroeiing) en predatie een dominante rol te (kunnen) spelen in het uiteindelijke broedsucces: het aantal vliegvlugge jonge sterns. Of de beheersmaatregelen succes hebben, en het aantal vogeldagen en verspreiding dus gelijk is aan de situatie van voor de aanleg van de Tweede Maasvlakte, hangt dus sterk af van deze, broedkolonie afhankelijke factoren en de autonome ontwikkeling van de gehele populatie sterns.

5.5.3 Effect externe populatiedynamica

Is de externe populatiedynamica van broedpopulaties van (groter) belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de grote stern/visdief (S1)?

De populatie van zowel grote sterns als visdieven groeit in Nederland en daarbuiten. Dit heeft vooral te maken met herstel van een sterke neergang door verontreinigingen met pesticiden en afbraakproducten. Dit herstel is nog steeds gaande en heeft het plafond nog niet bereikt. Waar de kolonies sterns zich vestigen en of die groei gerealiseerd kan worden is sterk afhankelijk van o.a. habitatfactoren en predatie (zie hierboven).

5.6 Discussie

De monitoring van sterns lijkt voldoende om inzicht te geven in aantallen en verspreiding in de Voordelta. Veranderingen hierin gedurende het seizoen en tussen de jaren zullen hiermee kunnen worden waargenomen.

Het vaststellen van relaties met het menselijk gebruik van het gebied (vooral verstoring van op platen rustende vogels), de voedselvoorraad (pelagische vis, vooral haring, sprot en zandspiering), abiotische factoren en externe factoren is lastig, en tot nu toe zijn verbanden niet aangetoond.
De verstoring van rustende vogels op de platen in de rustgebieden is vooralsnog niet voldoende geanalyseerd. Wel bleek een opvallend verschil in gebruik van platen (Tweede Maasvlakte) tussen 2009 en 2010, waarbij menselijk gebruik zeer waarschijnlijk een grote rol heeft gespeeld. De gegevens over menselijk gebruik zullen met meer detail in de tijd geanalyseerd dienen te worden, evenals die van de gezenderde vogels. Ten aanzien van de voedselvoorraad pelagische vis zijn er aanwijzingen (conditie juvenielen) dat 2010 een minder jaar was dan 2009. Aanvullende analyses over aantallen en verspreiding, inclusief vergelijking met de nulsituatie, worden momenteel uitgevoerd en volgen nog. Het vaststellen van de relatie met de beschikbare hoeveelheid voedsel is beperkt mogelijk. De vangstmethode voor vis is afgestemd op demersale vis, pelagische vis wordt bijgevangen. Voor abiotische factoren dienen eveneens aanvullende analyses te worden gedaan Onder andere kunnen data over troebelheid een idee geven over variatie in (potentieel) vangstsucces van sterns.
Invloed van externe factoren (autonome ontwikkeling stern populaties, habitat, predatie) kan relatief goed worden vastgesteld, is groot en mogelijk dominant in bepalen van het broedsucces en de aantallen broedende sterns. Kleinschaligere analyses of aanvullende monitoring is nodig om (een beter) onderscheid tussen de effecten van de beheersmaatregelen en de externe factoren te kunnen maken. Hierbij dient de focus te worden gericht op het vaststellen van die causale verbanden die door het instellen van de beheersmaatregelen een gunstigere situatie voor sterns creëren: rustgebieden.

5.7 Referenties

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.

RIKZ, 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, 301 pp.

Seegers HCM, Hoogvliet MC, Dam LA, 2006. Nulmeting Gebruiksfuncties Voordelta, eindrapportage. Rapport 04.W029.00/2, CSO, Bunnik.

VenW, 2008. Beheerplan Voordelta.

VenW, 2009. Monitoring- en Evaluatieprogramma Maasvlakte 2. Natuurcompensatie Voordelta.

6 Discussie en aanbevelingen voor het monitoringprogramma

6.1 Inleiding

De Natuurcompensatie Voordelta berust op twee pijlers. Enerzijds een keuze voor een aantal beheermaatregelen waarvan, op grond van de best beschikbare kennis, is ingeschat dat die resulteren in een compensatie van natuurwaarden die verloren gaan als gevolg van de aanleg van Maasvlakte 2. Anderzijds een monitoring van de effecten van de beheermaatregelen op de natuurwaarden en onderliggende processen, die het mogelijk moet maken een uitspraak te doen over het uiteindelijke resultaat van de maatregelen.
Zowel de voorspelling van de effecten van de maatregelen als de waarneming van de resultaten van de maatregelen gaan gepaard met onzekerheden. Het vermogen om ecologische effecten van maatregelen te kunnen kwantificeren is nog steeds beperkt. Waarnemingen zijn essentieel om de voorspellingen over de effecten van de genomen maatregelen te valideren, en daarmee ook de toekomstige inschatting van de effecten van maatregelen te verbeteren. Bij deze validatie vormen de natuurlijke variabiliteit van het ecosysteem en veranderingen als gevolg van andere factoren dan de aanleg van de Maasvlakte 2 echter een complicatie. De betrouwbaarheid waarmee voor de betreffende parameters binnen het huidige programma uitspraken gedaan kunnen worden, wordt in de volgende paragrafen behandeld.

Een statistische toetsing kan weliswaar een kwantitatief beeld geven van de uiteindelijke resultaten van de maatregelen, maar voor het begrip van de effecten van maatregelen in vergelijking tot de effecten van andere factoren is systeembegrip, ondersteund door meer kwalitatieve analyses, essentieel. Alleen op die manier kan beter onderscheiden worden of de waargenomen veranderingen in de Voordelta zijn toe te schrijven aan de genomen beheermaatregelen of aan andere factoren.
Als voorbeeld: Bij voldoende meetgegevens en een waarnemingsperiode die lang genoeg is, zal het mogelijk zijn een statistisch onderbouwde uitspraak te doen over de verandering in biomassa van bodemdieren in het bodembeschermingsgebied ten opzichte van de referentiegebieden, en daarmee over de mate waarin de gewenste natuurcompensatie wordt bereikt. Tevens zal het, bij voldoende gegevens, mogelijk zijn een uitspraak te doen over de verandering in de verstoring door boomkorvisserij. Echter, kwantitatieve causale relaties over de effecten van verschillende vormen van bodemberoerende visserij op verschillende soorten of soortgroepen van bodemdieren zijn niet (of slechts beperkt) beschikbaar. Daarnaast zijn externe factoren (d.w.z. factoren die los staan van de compensatiemaatregel) van invloed op zowel de bodemdieren (bijvoorbeeld weersinvloeden, andere vormen van visserij) als de visserij (bijvoorbeeld bedrijfseconomische factoren). Naast statistisch onderbouwde waargenomen veranderingen (bijvoorbeeld toename van biomassa bodemdieren), is het daarom ook van belang dat resultaten voor meerdere soorten en soortgroepen eenduidig verklaarbaar zijn, en dat er een aannemelijk onderbouwde causale verklaring kan worden gegeven, en andere alternatieve verklaringen op basis van gegevens redelijkerwijs kunnen worden uitgesloten (Stewart-Oaten, 1996).

In het nu lopende monitoringprogramma wordt meer gemeten dan alleen de te compenseren natuurwaarden (de primaire parameters zoals bijvoorbeeld biomassa bodemdieren, vogeldagen zwarte zee-eend en sterns). Hiervoor is juist gekozen omdat er op voorhand bekend was dat er naast de genomen beheermaatregelen ook veel andere factoren van invloed op de natuurwaarden zijn, en het uiteindelijke resultaat van de beheermaatregel niet volledig geëvalueerd kan worden zonder rekening te houden met die andere factoren. In de

effectrelaties voor iedere MEP vraag (Figuur 2.1 t/m 2.3) is dit in beeld gebracht door de, naar verwachting, belangrijkste factoren te benoemen. Het monitoringprogramma is zodanig ingericht dat, naast de primaire parameters, voldoende informatie wordt verzameld over die andere factoren. Dit moet er toe leiden dat er uiteindelijk niet alleen een antwoord kan worden gegeven op de vraag of de natuurwaarden voldoende gecompenseerd zijn, maar dat bij dat antwoord een onderbouwing geleverd kan worden waarom de beheermaatregel wel of niet succesvol is geweest. Immers, de beheermaatregel kan de juiste zijn geweest, terwijl door onvoorziene omstandigheden het resultaat anders is dan verwacht bij het opstellen van het beheerplan.

Met het lopende monitoringprogramma wordt een grote inspanning geleverd om te komen tot beantwoording van de MEP vragen. Zoals in hoofdstuk 2 besproken, is de Voordelta een gebied met een hoge natuurlijke variabiliteit en een hoge intensiteit van menselijk gebruik.
De nulsituatie is vastgelegd door metingen die al uitgevoerd waren voor de definitieve besluitvorming over de compensatiemaatregelen. Die T_0 metingen zijn deels bepalend voor de mate waarin effecten van de maatregelen kunnen worden vastgesteld, maar kunnen uiteraard niet meer aangevuld worden. De mogelijkheden om goede referentiegebieden te gebruiken zijn ook beperkt. Dit geheel stelt beperkingen aan de wijze waarop de MEP vragen in 2013 beantwoord zullen kunnen worden. In de volgende paragrafen wordt hier verder op ingegaan, en wordt ook aangegeven op welke wijze een deel van de bezwaren kan worden ondervangen.

6.2 Commentaar Audit Commissie op jaarrapport 2009

Op verzoek van de Waterdienst heeft een wetenschappelijke audit plaatsgevonden van het PMR-NCV Jaarrapport 2009. Voor de audit is een commissie samengesteld, bestaande uit prof. dr. W.J. Wolff (RUG) (voorzitter), dr. J.J. Beukema (NIOZ), dr. B.J. Ens (SOVON) en dr.ir. H.W. van der Veer (NIOZ).
Eerder (mei 2008) was deze commissie gevraagd om een audit uit te voeren van het “Schedule of Requirements for tenders for Rotterdam Mainport Development impact measurements”. In haar verslag heeft de commissie aanbevelingen gedaan voor de opzet en uitvoering van het monitoringprogramma. Niet alle aanbevelingen van de auditcommissie ten aanzien van het SoR hebben hun doorwerking gehad naar het Plan van Aanpak PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta, mede vanwege het feit dat niet het SoR maar de vragen uit het parallel ontwikkelde Monitoring en Evaluatieprogramma de basis vormden voor het Plan van Aanpak. De auditcommissie heeft kennis genomen van het Plan van Aanpak, maar dit niet betrokken in de audit. Tegelijkertijd is duidelijk dat de gekozen opzet in het Plan van Aanpak wordt weerspiegeld in het Jaarrapport 2009.

In haar audit van het Jaarrapport 2009 maakt de commissie onderscheid tussen zwaarwegende opmerkingen en opmerkingen van minder belang. Een belangrijk deel van de zwaarwegende opmerkingen heeft betrekking op de bemonstering van referentie- of controlegebieden. Een belangrijk vereiste voor een BACI (Before-After-Control-Impact) opzet is dat de gebieden met en zonder ingreep (op de ingreep na) niet te veel van elkaar verschillen. Verder is een groot aantal waarnemingen nodig om conclusies te kunnen trekken over het effect van maatregelen. In de discussie in § 6.7 zal nader worden ingegaan op de wijze waarop met deze beperkingen wordt omgegaan.
De commissie signaleert ten aanzien van de MEP vragen 2, 3 en 4 (compensatie van foerageergebied voor resp. zwarte zee-eend, grote stern en visdief) dat de doorvertaling naar de subvragen die een antwoord moeten geven of de compensatiemaatregelen leiden tot “....een gelijkblijvende *potentiële* functie in termen van voedselbeschikbaarheid...” problemen oproept. Veranderingen in voedselbeschikbaarheid kunnen met het voorgestelde programma

wel inzichtelijk gemaakt worden, maar hoe dat vervolgens vertaald moet worden naar potentiële functie van het gebied voor voedselbeschikbaarheid is onduidelijk. Daarmee acht de commissie het onwaarschijnlijk dat de vragen 2, 3 en 4 zoals geformuleerd beantwoord kunnen worden.
De commissie merkt daarbij op dat de kennisvragen zich richten op de waargenomen aantallen en het waargenomen gebruik en niet op potentiële aantallen en potentieel gebruik. Daarmee geeft zij aan dat de kritiek eerder de formulering van de evaluatievragen betreft dan het (in de woorden van de commissie: gedegen) onderzoek.

De aanbeveling van de commissie om niet te wachten tot 2013 met een definitief oordeel over de mogelijkheden voor statistisch betrouwbare uitspraken op basis van verkennende berekeningen met verzameld materiaal, wordt ter harte genomen.
In de slotbeschouwing (§ 6.7) worden hiertoe voorstellen gepresenteerd.

6.3 Evaluatie van het monitoringprogramma

De opzet van het monitoringprogramma is ontworpen in 2008, op basis van de kennis uit de T_0 metingen en de kennisinventarisatie door RIKZ (2007). In de evaluatie van het huidige monitoringprogramma gaat het om de vraag of de effectmonitoring, volgens de huidige inzichten, in 2013 zal leiden tot een antwoord op de MEP vragen. Op basis van de veelheid van gegevens en waarnemingen uit de lopende monitoring wordt de geschiktheid van het oorspronkelijke monitoringprogramma nog een keer tegen het licht gehouden.
De volgende punten zijn daarbij aan de orde:

Sluit de huidige aanpak van het monitoringprogramma nog steeds aan op de vraag, of is een verbetering noodzakelijk? En zo ja, is een verbetering te realiseren door

- aanpassingen in de data inwinning
- aanpassingen van de verwerking en analyse van de gegevens
- het betrekken van data en resultaten uit ander onderzoek en monitoring

In het vervolg van dit hoofdstuk wordt, per MEP vraag, allereerst op een rij gezet op welke wijze de evaluatievraag is opgepakt en tot welke resultaten de monitoring tot dusver heeft geleid. Op basis van de (voorlopige) conclusies worden aanbevelingen gedaan voor aanpassingen van het monitoringprogramma (metingen en analyse) en wordt een doorkijk gegeven naar de komende jaren.

6.4 MEP vraag 1: Compensatie verlies Habitat H1110

MEP vraag 1c richt zich op de verandering in de kwaliteit van Habitat H1110 in het bodembeschermingsgebied: treedt er "*voldoende toename op van de bodemdierenbiomassa per soortgroep en de hoeveelheid voedsel voor beschermde / typische soorten t.o.v. de situatie voor de aanleg van Maasvlakte 2 in het bodembeschermingsgebied t.o.v. de rest van de Voordelta*".

MEP vraag 1d richt zich op de vraag of de onder 1c waargenomen verandering kan worden toegeschreven aan "de *getroffen maatregelen (afgenomen bodemberoering in het bodembeschermingsgebied) of ook aan andere factoren*".

6.4.1 Gevolgde aanpak en gegevensanalyse

Zoals in het MEP-NCV beschreven moet het instellen van het bodembeschermingsgebied er toe leiden dat het voedselaanbod voor vissen en vogels gelijk blijft aan dat vóór de aanleg van Maasvlakte 2. In het MEP-NCV is die compensatie opgave uitgewerkt in evaluatievragen die weer zijn afgeleid van de voorspelde effecten van de Maasvlakte 2 en de

compensatiemaatregelen. Die evaluatievragen zijn uitgewerkt in onderliggende vragen, en in Bijlage D van het MEP worden per onderliggende vraag indicatoren genoemd. Deze indicatoren zijn echter niet erg specifiek omschreven, zodat ze niet eenvoudig toegepast kunnen worden bij de beantwoording van de evaluatievragen.

Ten aanzien van evaluatievraag 1 is, met het oog op eenduidige toetsing, er voor gekozen biomassa van bodemdieren en vissen, waar nodig opgesplitst in relevante soortgroepen, te gebruiken als primaire parameter voor de toetsing en beantwoording van deze vraag. In het MEP-NCV wordt niet specifiek beschreven hoe afgenomen bodemberoering vastgesteld moet worden. Omdat de beheermaatregel zich richt op het uitsluiten van één bepaalde vorm van visserij in het bodembeschermingsgebied, ligt het voor de hand dat de evaluatie zich in eerste instantie richt op de aanwezigheid van boomkorvisserij >260 pk in het bodembeschermingsgebied. In het monitoringplan is voorzien in het waarnemen van de ruimtelijke verspreiding van diverse vormen van visserij in de Voordelta.

De opzet van het monitoringprogramma rond bodemdieren en vissen volgt in essentie een zogenaamde “BACI design” (Green, 1979). In een BACI design (Before-After-Control-Impact) wordt het ecologische effect van een ingreep in een gebied bepaald door metingen voor en na de ingreep uit te voeren (Before-After). Door eveneens metingen te verrichten in referentiegebieden waar de ingreep niet plaats vindt (Control-Impact) kunnen de effecten van ‘autonome’ ontwikkelingen (veranderingen als gevolg van andere factoren die beide gebieden gemeen hebben) worden onderscheiden van de effecten van de ingreep. De “BACI design” moet aan een aantal vereisten voldoen (Underwood, 1992, 1996). Er zijn meerdere (gerandomiseerde) referentiegebieden nodig om het effect van een ingreep te kunnen onderscheiden van een autonome trend of van het effect van andere (gekende of onbekende) factoren, die kunnen leiden tot verschillen tussen de “impact” en de “ control” locatie die niet veroorzaakt worden door de onderzochte ingreep. Uiteraard zou het met het oog op statistische toetsing nog beter zijn om ook meerdere, random toegewezen, “impact” locaties te hebben. Als het om werkelijke ingrepen gaat (zoals het instellen van een beschermd gebied) is dat in de praktijk echter zelden uitvoerbaar.
Referentiegebieden moeten aan een aantal eisen voldoen. Uiteraard moeten referentiegebieden zo goed mogelijk vergelijkbaar zijn met het gebied waar de ingreep plaats vindt. Het is het beste om referentiegebieden te kiezen in de buurt van de “impact” locatie, zodat de omgevingscondities (bijvoorbeeld weersomstandigheden) vergelijkbaar zijn. Tegelijkertijd moet er voldoende afstand zijn, zodat er geen wederzijdse beïnvloeding is tussen “impact” locatie en referentiegebieden (bijvoorbeeld door migratie van soorten).
In het monitoringprogramma zijn voor zowel de bodemdieren als de vissen referentiegebieden geselecteerd die zo goed mogelijk aan de voorwaarden voldoen, gegeven de ligging van het bodembeschermingsgebied.

Het in het monitoringprogramma vast te stellen signaal (verandering in biomassa en diversiteit) als gevolg van het instellen van het bodembeschermingsgebied, wordt beïnvloed door:

- Grote jaarlijkse variatie in benthos en vis biomassa en dichtheden
- Grote ruimtelijke variatie binnen gebieden in benthos en vis biomassa en dichtheden
- Grote ruimtelijke variatie in intensiteit van verschillende vormen van bodemberoerende visserij, zowel in het bodembeschermingsgebied als in de referentiegebieden
- Grote jaarlijkse variatie in de visserij intensiteit in de verschillende gebieden
- Verandering in de visserij intensiteit die mogelijk habitat specifiek is, en dus niet voor alle bodemgemeenschappen gelijk

Onderdeel van de monitoring van vissen is de analyse van maaginhouden van de belangrijkste soorten vissen. De maaginhouden geven een indicatie van wat door de vissen recentelijk is gegeten. Veranderingen in benthos samenstelling en productie kunnen doorwerken op de groei van vissen.
In het Schedule of Requirements van het monitoringprogramma voor vissen was voorzien dat de eerste jaren zowel een voorjaars- als een najaarsbemonstering uitgevoerd zou worden, waarna vanaf 2011 de bemonstering zou worden beperkt tot ofwel een voorjaars-, ofwel een najaarsbemonstering. Onderdeel van deze evaluatie van de monitoring is het besluit welke bemonstering moet worden gecontinueerd.
Uit de tussentijdse resultaten kan geen duidelijke voorkeur voor een van beide seizoenen worden afgeleid. Door het uitvoeren van zowel voor- als najaarsbemonsteringen is het mogelijk groei en overleving, en seizoensveranderingen in aantallen, biomassa en voedselgebruik te volgen.

Gegevens over bodemberoerende visserij worden afgeleid uit de registratie met VMS (Vessel Monitoring System). Boomkor-, garnalen- en bordenvisserij kunnen worden geclassificeerd als vissend of niet-vissend op grond van vaarsnelheden (Bierman et al., 2008; zie ook deel B). Vanaf 2004 is VMS verplicht voor alle schepen van meer dan 18 m lengte, en vanaf 2005 voor schepen van meer dan 15 m lengte. De dekkingsgraad is zodanig dat er van kan worden uitgegaan dat vanaf 2004 een betrouwbaar beeld van de boomkorvisserij activiteit kan worden gegeven (Bierman et al., 2009). Op basis van die VMS gegevens kan een ruimtelijk beeld van visposities worden gegeven. Dit beeld is niet gelijk aan het kwantitatieve beeld van de visserij frequentie zoals gebruikt in Rijnsdorp et al. (2006). Om tot dat beeld te komen zijn aanvullende gegevens nodig, zoals toegepast door Rijnsdorp et al. (2006) en in een recente analyse door Bierman et al. (2009).

Gegevens over de abiotische factoren die van invloed kunnen zijn op bodemdieren en vissen zijn verzameld, maar nog niet in verband gebracht met de monitoringresultaten van deze groepen.

6.4.2 Eerste resultaten

Veranderingen in bodemdieren en vissen

Op basis van de T_0 metingen met de box-corer is geconcludeerd dat, met het huidige monitoringprogramma en een benadering van het bodembeschermingsgebied als één geheel, het niet waarschijnlijk is dat een verschil van 10% in biomassa van bodemdieren vastgesteld kan worden. Dit wordt veroorzaakt door de hoge ruimtelijke variabiliteit binnen het gebied, waardoor een zeer groot aantal monsters nodig is om voldoende onderscheidend vermogen te krijgen (Steenbergen & Escaravage, 2006; Kater, 2007; Escaravage et al., 2008).
Op basis van de 3 jaren met T_0 metingen is, uitgaande van een vergelijking “Before-After”, vastgesteld dat een verschil in aantal soorten van 15% en een verschil in biomassa van 37% vastgesteld zal kunnen worden (Escaravage et al., 2008). Bij deze berekening is uitgegaan van een 5% kans op een Type I fout (de waargenomen verandering is een toevallige verandering, die ten onrechte wordt toegeschreven aan de maatregel), en een onderscheidingsvermogen (“power”) van 80% (oftewel een kans van 20% dat een werkelijk opgetreden verandering niet wordt waargenomen).
Verhoging van het aantal monsters door meerdere jaren van waarnemingen leidt tot een groter onderscheidend vermogen. Echter, door de grote ruimtelijke variabiliteit blijft een vergelijking op basis van hele gebieden (bodembeschermingsgebied versus referentiegebied) met voldoende onderscheidingsvermogen een kritisch punt (Escaravage et al., 2008).

Voor het vaststellen van verschillen in abundantie van vis gelden veelal dezelfde afwegingen als voor de bodemdieren. Op grond van de gegevens uit de T_0 (Dekker, 2007) is vastgesteld dat met het huidige programma voor de meeste soorten een precisie tussen de 25 en 50% bereikt kan worden. Voor een hogere precisie (10%) zouden ca 500-1000 vistrekken nodig zijn. Een dergelijk aantal vistrekken is logistiek en budgettair niet realistisch. Bovendien zou een dergelijk bemonsteringsprogramma er toe leiden dat een significant deel van het totale oppervlak van de Voordelta bevist wordt.

De monitoring van visbestanden heeft zowel in de T_0 als in de jaren 2009 en 2010 plaats gevonden op twee momenten in het jaar, nl. in het voorjaar en in het najaar. In veel monitoringprogramma's vinden bemonsteringen voor zowel demersale als pelagische vis plaats in zowel voorjaar als najaar (zie bijvoorbeeld het monitoringprogramma rond het OWEZ windpark). Omdat vis relatief mobiel is en recrutering kan leiden tot sterke verschuivingen in dichtheden en soorten geeft een bemonstering in alleen voor- of najaar een minder representatief beeld. De monitoringresultaten tot nu toe bevestigen het optreden van deze seizoensvariatie. Daarnaast levert de bemonstering van voor- en najaar ook informatie over groei en overleving.

Uit de analyse van de gegevens blijkt dat de soortensamenstelling van de vissen in de Voordelta per monsterpunt niet veel verandert (in de analyse is voor de meeste soorten de correlatie tussen de gepaarde waarnemingen van verschillende jaren hoog). Hoewel maaginhouden per soort en lengteklasse verschillen, blijken veranderingen in het benthos ook waarneembaar in de maaginhouden van vissen (analyse T_0 in Tulp et al. 2010).

Wat betreft visbemonstering komt uit de analyses tot nu toe (T_0 in Tulp et al. 2010; gegevens 2009 en 2010) het volgende naar voren:

1. Maaginhouden veranderen mee met veranderingen in benthossamenstelling (maar aanvullende analyses zijn nodig).
2. Er is voor de meeste vissoorten een sterke correlatie tussen jaren, die duidt op een belangrijke mate van 'plaatstrouw': per locatie wordt in verschillende jaren een vergelijkbare soortensamenstelling van vis waargenomen, mogelijk samenhangend met habitat voorkeuren. Ook hier is een aanvullende analyse nodig.

Omvang van de bodemberoerende visserijj

De effecten van bodemberoerende visserij zijn een belangrijke variabele. In de oorspronkelijke opzet van het monitoringprogramma is niet voorzien in het gedetailleerd in beeld brengen van de visserij frequentie van verschillende vormen van bodemberoerende visserij. Uit de resultaten van de analyses van visposities en bevissingsfrequenties tot nu toe (Rijnsdorp et al., 2006; Bierman et al., 2009, deel B Gebruik) blijkt dat er zowel in de T_0 als de T_1 periode een grote ruimtelijke variatie is in het voorkomen van de verschillende vormen van bodemberoerende visserij, zowel in het huidige bodembeschermingsgebied als in de referentiegebieden. Sinds 2008 is boomkorvisserij >260 pk uitgesloten uit het bodembeschermingsgebied. Echter, doordat de boomkorvisserij ruimtelijk zeer divers verdeeld was, is er geen sprake van een gelijkmatig over het gehele bodembeschermingsgebied verdeelde afname in visserij impact.
Daarnaast is er in de gehele Voordelta ook sprake van een grote jaarlijkse variatie in visserij inspanning, en treedt een afname op van de omvang van de boomkorvisserij in de gehele Voordelta (ook buiten het bodembeschermingsgebied). Dat bemoeilijkt een vergelijking van de periode voor en na 2008: naast het effect van het instellen van het bodembeschermingsgebied is er een tweede effect, namelijk van verminderde boomkorvisserij in de gehele Voordelta.

Schelpdiervisserij (kokkels, mosselzaad, Spisula, Ensis) is een andere vorm van bodemberoerende visserij die in het verleden voorkwam in de Voordelta (Rijnsdorp et al., 2008) en ook nu nog incidenteel voorkomt (deel B Gebruik). Deze visserij is beperkt in omvang en gelokaliseerd op schelpdierbanken, waar de impact plaatselijk groot kan zijn.

Andere factoren
Andere factoren die van invloed kunnen zijn op veranderingen in de kwaliteit van Habitat H1110 in het bodembeschermingsgebied betreffen abiotische processen, biologische interacties en externe factoren (zie Figuur. 2.1). Met name abiotische factoren zijn van grote invloed op de ruimtelijke variatie in het voorkomen van bodemdieren en vissen. De tussentijdse monitoringresultaten geven onvoldoende aanwijzing dat deze factoren van belang zijn voor het verklaren van verschillen in trends in dichtheden en biomassa van bodemdieren en vissen tussen het bodembeschermingsgebied en de rest van de Voordelta,.Een meer uitgebreide analyse moet echter nog uitgevoerd worden.

6.4.3 Aanbevelingen voor het monitoringprogramma

Hierboven zijn verschillende conclusies getrokken met betrekking tot de beantwoording van MEP vraag 1. Die conclusies vormen de aanleiding voor verbeteringen in de huidige aanpak in het monitoringprogramma. De belangrijkste punten waarop wijzigingen worden aanbevolen zijn:

- Met de oorspronkelijke opzet van het programma, die bestaat uit het vergelijken van de ontwikkeling in biomassa en dichtheid van bodemdieren en vissen tussen het bodembeschermingsgebied en de referentiegebieden, bestaat het risico dat de vraag over de verbetering van de kwaliteit van Habitat H1110 met onvoldoende zekerheid kan worden beantwoord. Het onderscheiden van (meer homogene) deelgebieden op basis van habitatkarakteristieken kan hiervoor mogelijk een oplossing bieden.
- Vanwege de aanzienlijke ruimtelijke en temporele variatie in de intensiteit van bodemberoerende visserij is een gedetailleerder beeld van de veranderingen in bodemberoering door de visserij gewenst, zodat de verandering in bodemberoering per deelgebied beter gekwantificeerd kan worden.

Deze verbeteringen moeten er toe leiden dat de onverklaarde variantie in de waarnemingen kan worden verminderd, en het onderscheidingsvermogen van het monitoringprogramma verbetert.
Deze punten worden hier onder verder uitgewerkt in aanbevelingen voor bijstellingen in de verzameling van gegevens en informatie uit andere bronnen, de analyse van de data en de inrichting van het monitoringprogramma

Toetsing van de veranderingen in biomassa van bodemdieren en vissen
Met het huidige monitoringprogramma en een gebiedsgewijze vergelijking (bodembeschermingsgebied versus referentiegebieden) zal het in 2013 waarschijnlijk alleen mogelijk zijn (met een 5% kans op het ten onrechte vaststellen van een verandering, een zogenaamde Type 1 fout) veranderingen van biomassa of abundantie van bodemdieren en vis vast te stellen die in de ordegrootte van 25-50% vallen. Het benodigde aantal monsters om langs deze lijn kleinere veranderingen vast te kunnen stellen, is noch voor benthos noch voor vis logistiek en financieel realistisch, en zou voor vis bovendien leiden tot een significant negatief effect op het gebied door het grote oppervlak dat bevist zou worden.
De oplossing om de onnauwkeurigheid te verminderen wordt daarom gezocht in de aanpak van de data-analyse. De bemonstering van benthos en vis vindt plaats op vaste locaties, die in de T_0 en de T_1 gelijk zijn. Deze opzet biedt de mogelijkheid om over te gaan tot een andere aanpak, waarbij de waarnemingen per monsterpunt of groep van monsterpunten over de tijd gevolgd worden, en de gebiedsgewijze vergelijking wordt verfijnd naar kleinere en meer

homogene gebieden. Het onderscheidingsvermogen van een dergelijke benadering is naar verwachting groter. Een eerste analyse langs deze weg is uitgevoerd met de resultaten van de vismonitoring (zie hoofdstuk 3).
Toepassing van habitatmodellering kan gebruikt worden om een deel van de ruimtelijke variatie te verklaren uit abiotische karakteristieken. Op grond hiervan kunnen locaties in de Voordelta mogelijk gegroepeerd worden in homogenere groepen ten behoeve van de analyse van het effect van het bodembeschermingsgebied. Essentieel daarvoor is dat het habitatmodel alleen wordt toegepast op de T_0 resultaten, en niet mede wordt gebruikt als verklarende variabele, omdat dan het effect van het bodembeschermingsgebied mogelijk zou worden gemaskeerd door toepassing van het habitatmodel.
Een eerdere analyse van de data met een habitatmodel leverde wisselende resultaten op, zowel voor bodemdieren als voor vis (Steenbergen & Escaravage, 2008; Escaravage et al., 2008; Tulp et al., 2006). De analyse kan verbeterd worden door aanvullende parameters te gebruiken (o.a. hydrodynamica, morfologie), die beschikbaar zijn gekomen uit het werk in het perceel abiotiek.
In 2011-2012 zal gewerkt worden aan het toepasbaar maken van habitatmodellen voor bodemdieren en vis.

Waar het uiteindelijk om gaat is het vaststellen van de omvang van het effect van de maatregel (instelling bodembeschermingsgebied), met een inschatting van de nauwkeurigheid. Op basis van de nu beschikbaar komende data wordt gezocht naar een adequate statistische aanpak voor zowel bodemdieren als vissen. In principe is het denkbaar dat een vergelijkbare aanpak mogelijk is voor zowel de bodemdiergegevens uit box-corer en bodemschaaf bemonsteringen, als voor de visgegevens. Wat de meest geschikte methode voor elk type gegevens is, is echter afhankelijk van de structuur van de data en het effect dat er optreedt als gevolg van de maatregel. Omdat onbekend is hoe het effect van het instellen van het bodembeschermingsgebied doorwerkt op bodemdieren en vissen (lineair, met vertraging, interactie met andere factoren, etc.) is een uitgebreidere data analyse nodig voordat een definitieve keuze gemaakt kan worden (zie o.a. Stewart-Oaten, 1996; Bence et al., 1996; Underwood, 1996).

In theorie is het mogelijk dat veranderingen in het benthos (deels) gemaskeerd worden door predatie door vis, en veranderingen in de kwaliteit van de habitat daardoor niet zichtbaar zijn in aantallen en biomassa van bodemdieren, maar wel in voedselgebruik, groei of aantallen vis.
Uit de T_0 periode zijn meer gegevens beschikbaar uit de voorjaarsbemonstering van vissen dan uit de najaarsbemonstering. Omdat een van beide vis-bemonsteringen moet vervallen wordt daarom aanbevolen om de najaarsbemonstering te laten vervallen en de voorjaarsbemonstering voort te zetten. Dit levert het hoogste onderscheidend vermogen op van de veranderingen als gevolg van het instellen van het bodembeschermingsgebied.
Met deze veranderingen blijft een afgeslankt vismonitoringprogramma over. Benadrukt wordt dat deze inperking van de vismonitoring gebaseerd is op in het Schedule of Requirements gemaakte keuze over omvang en budget, en niet gebaseerd is op inhoudelijke overwegingen.

Omvang van de bodemberoerende visserijj
De effecten van bodemberoerende visserij zijn een belangrijke variabele. In de oorspronkelijke opzet van het monitoringprogramma is niet voorzien in het gedetailleerd in beeld brengen van de visserij frequentie van verschillende vormen van bodemberoerende visserij. Omdat uit de gegevens die tot nu toe beschikbaar zijn gekomen blijkt dat de visserij ruimtelijk zeer verschillend verdeeld is en de visserij ook in de tijd sterk varieert in zowel het bodembeschermingsgebied als de referentiegebieden, wordt aanbevolen de visserij impacts

beter te kwantificeren. Het doel is om de gebiedsgewijze aanpak (bodembeschermingsgebied zonder en referentiegebieden met boomkorvisserij >260 pk) te verfijnen naar een meer accuraat beeld van de werkelijk optredende veranderingen in bodemberoering.
Aanbevolen wordt de huidige data analyse uit te breiden zodat voor de verschillende vormen van bodemberoerende visserij in de Voordelta de bevissingsfrequentie kan worden bepaald op een ruimtelijke schaal die aansluit bij de analyse van bodemdieren en vissen.
Op basis van de beschikbare VMS data is het mogelijk een beeld te geven van de visposities van de belangrijkste vormen van bodemberoerende visserij, zoals nu reeds gebeurt.
De VIRIS (Vis Registratie en Informatie Systeem) database bevat voor iedere visreis van schepen varend onder Nederlandse vlag en voor alle aanlandingen in Nederland van schepen onder buitenlandse vlag, de gegevens over de aanlandingen, het gebruikte vistuig en het vangstgebied per visreis. Op basis van het aantal zeedagen, het aantal vis-uren per zeedag, en een standaard breedte van het tuigtype kan de beviste oppervlakte worden berekend. Dit geeft per ICES-kwadrant een inschatting van het oppervlak van bodemberoering.
Deze gegevens kunnen worden gecombineerd met de VMS data om te bepalen welk deel van het beviste oppervlak binnen de Voordelta viel. Door de verhouding te bepalen van het aantal VMS registraties in en buiten de Voordelta, kan per reis en ICES-kwadrant een specifiek deel van de inspanning en de vangsten aan de Voordelta worden toegewezen (Van Oostenbrugge et al., 2008). Zo kunnen de visposities uit de VMS worden vertaald naar bevist oppervlak en kan een absolute maat voor de visserijverstoring worden berekend. Deze methode is al toegepast voor de boomkorvisserij. De minimale schaal waarop bevissingsfrequentie kan worden bepaald is ca. 1 ha (Bierman et al., 2008). Waarschijnlijk is deze methode ook voor de garnalenvisserij toepasbaar (Bierman, pers. comm.).
Dit beeld heeft een ruimtelijke resolutie die gedetailleerd genoeg is om toe te passen bij de interpretatie van de gegevens van bodemdieren en vissen.

6.4.4 Doorkijk naar komende jaren

Mogelijk leidt het beter kwantificeren van visserij intensiteit en andere omgevingsvariabelen, per locatie, tot een verdere verhoging van de power van de analyses, doordat de verschillen tussen locaties beter verklaard kunnen worden uit omgevingsfactoren.
In 2011 zal op basis van de beschikbare data (voor bodemdieren: bemonsteringen uit de T_0 en 2009; voor vissen: bemonsteringen uit de T_0 en 2009-2010) een analyse uitgevoerd worden op basis waarvan de statistische aanpak geoptimaliseerd kan worden. Op dit moment kan nog geen uitspraak worden gedaan over welke verbetering in de nauwkeurigheid waarmee verschillen in biomassa aangetoond kunnen worden, mogelijk is.

Effecten van de garnalenvisserij

Garnalenvisserij is een in de Voordelta veel voorkomende vorm van bodemberoerende visserij. Op grond van de huidige kennis is het effect van garnalenvisserij op het bodemleven als beperkt ingeschat (Rijnsdorp et al., 2008). Het kan niet uitgesloten worden dat de garnalenvisserij van invloed is op het bodemleven, en op de verbetering van de kwaliteit van het habitattype H1110 in het bodembeschermingsgebied. Vanwege de onzekerheid over het effect van garnalenvisserij op het bodemleven is door RIKZ (2007) aanbevolen een experiment uit te voeren om die effecten beter te kunnen kwantificeren. Dit ‘garnalenexperiment’ is in 2010 gestart (Van Eerden, pers. comm.). Indien deze resultaten tijdig beschikbaar komen, kunnen ze gebruikt worden bij de interpretatie van de monitoring resultaten.

Conclusies MEP vraag 1:
Gevolgde methode Het monitoringprogramma richt zich op het vaststellen van veranderingen in de biomassa van bodemdieren en dichtheden van vissen in het bodembeschermingsgebied, in vergelijking met referentiegebieden.
Eerste resultaten De primaire parameter om te bepalen of een verbetering van de kwaliteit van Habitat H1110 is opgetreden, is de biomassa van bodemdieren en demersale vis. De waarnemingen bevestigen de grote ruimtelijke en temporele variatie in aantallen en biomassa van bodemdieren en vissen in de Voordelta. Er is sprake van een grote ruimtelijke en jaarlijkse variatie in de intensiteit van bodemberoerende visserij in zowel het bodembeschermingsgebied als in de rest van de Voordelta. Dit betekent dat het uitsluiten van de boomkorvisserij >260 pk in het bodembeschermingsgebied niet leidt tot een gelijkmatige afname van de bodemberoering in het bodembeschermingsgebied.
Aanbevelingen Vanaf 2011 vervalt een van de twee jaarlijkse visbemonsteringen. Met het oog op het onderscheidend vermogen van de verzamelde data zal van de twee visbemonsteringen de voorjaarsbemonstering voortgezet worden. De analyse van de veranderingen in bodemdieren en vissen gaat zich richten op homogenere deelgebieden binnen het bodembeschermingsgebied en de referentiegebieden Door gebruik te maken van VMS en VIRIS-data kan een kwantitatieve inschatting van de bevissingsfrequenties door de verschillende vormen van bodemberoerende visserij gemaakt worden. Dat geeft een beter beeld van het voorkomen van die visserij in de Voordelta. Daarmee kan de relatie tussen afname van de bodemberoering en veranderingen in bodemdierenbiomassa en abundantie van vissen beter onderbouwd worden.
Doorkijk Het analyseren van de veranderingen in bodemdieren en vissen in ruimtelijk meer homogene gebieden, rekening houdend met de veranderingen in bodemberoerende visserij, kan leiden tot een onderbouwing van het effect van het uitsluiten van de boomkorvisserij >260 pk op de biomassa van bodemdieren en de hoeveelheid voedsel voor beschermde/typische soorten. Het ‘garnalenexperiment’ geeft aanvullende informatie over de effecten van garnalenvisserij, in vergelijking met de effecten van de boomkorvisserij.

6.5 MEP vraag 2: Zwarte zee-eend

MEP vraag 2b richt zich op het behoud van voldoende voedselaanbod voor de zwarte zee-eend in de Voordelta: “*Leidt het instellen van het bodembeschermingsgebied tot een gelijkblijvende potentiële functie van de Voordelta voor de zwarte zee-eend in termen van voedselbeschikbaarheid?*”

MEP vraag 2c richt zich op het verminderen van de verstoring door menselijke activiteiten van de zwarte zee-eend in de Voordelta: "*Draagt het instellen van de rustgebieden specifiek voor de zwarte zee-eend bij aan een gelijkblijvende potentiële functie van de Voordelta als foerageer- en rustgebied?"*

6.5.1 Gevolgde aanpak en gegevensanalyse

Zoals omschreven in het MEP-NCV, moet het instellen van het bodembeschermingsgebied ertoe leiden dat het voedselaanbod voor de zwarte zee-eend gelijk blijft aan dat van vóór de aanleg van Maasvlakte 2. De evaluatievraag spreekt van de potentiële functie van de Voordelta als foerageergebied. De Audit Commissie heeft aangegeven dat niet duidelijk is hoe die potentiële functie van het gebied vastgesteld zou moeten worden (§ 6.2). Het MEP-NCV noemt als indicatoren trends in aantallen van zwarte zee-eenden binnen en buiten de Voordelta, en de biomassa van geschikt voedsel in de Voordelta.

Het monitoringprogramma richt zich enerzijds op het meten van **aantallen** zee-eenden en het gebiedsgebruik in de Voordelta, en anderzijds op de veranderingen in voedselaanbod en in verstoring in de rustgebieden. Aanvullend is gekeken naar abiotische factoren die direct of indirect van invloed kunnen zijn en externe factoren, zoals populatiedynamiek.

Het aantal zee-eenden en het gebiedsgebruik door de eenden worden waargenomen via vliegtuigtellingen. Voor de uitvoering van de tellingen wordt gebruik gemaakt van een standaard protocol, identiek aan de wijze van monitoring door RWS. De monitoring richt zich specifiek op die gebieden in de Voordelta waar de zee-eenden zich bevinden. De tellingen worden twee maal per maand uitgevoerd. Door de gestandaardiseerde uitvoering zijn de resultaten van de monitoring goed vergelijkbaar met de tellingen die elders (Wadden kust) worden uitgevoerd. Ingeschat is dat de tellingen (op voorwaarde van ervaren waarnemers en goede weersomstandigheden) voldoende betrouwbaar zijn (Poot et al., 2006).
In de opzet van het programma is geen sprake van een echt referentiegebied, waarmee de ontwikkelingen in de Voordelta kunnen worden vergeleken. Wel worden de tellingen van de aantallen zee-eenden voor de Wadden kust en, waar mogelijk, gegevens van populaties elders in NW Europa gebruikt. Deze gegevens kunnen een beeld geven van veranderingen in de NW Europese populatie van zwarte zee-eenden, en in mogelijke uitwisseling tussen verschillende gebieden. Probleem daarbij is wel dat de aantallen die in de Voordelta zijn waargenomen betrekkelijk klein zijn in vergelijking met aantallen elders. Dat betekent dat grote fluctuaties in de aantallen in de Voordelta niet of nauwelijks terug te zien zijn in aantallen elders.

Veranderingen in het **voedselaanbod** voor zwarte zee-eenden worden gevolgd door jaarlijkse bemonstering van de bodemdieren. Uit deze gegevens kan afgeleid worden welke voor zee-eenden bruikbare biomassa aan schelpdieren aanwezig is in de Voordelta.

Het gebruik van de **rustgebieden** door zwarte zee-eenden, en het optreden van verstoring in die gebieden, wordt gemonitoord. Hieruit volgt een algemeen beeld van het gebiedsgebruik door de zee-eenden, en de intensiteit van verstorende activiteiten in en rond de rustgebieden. De mate van verstoring die optreedt wordt vastgesteld als de frequentie van verschillende menselijke activiteiten in de rustgebieden en in een strook binnen de verstoringsafstand (1 km) van die rustgebieden, in de periode oktober t/m april. Op basis van bestaande kennis over de impact van verschillende vormen van verstoring kunnen deze frequenties ook gewogen worden naar het type verstoring, zodat een cumulatieve impact kan worden geschat.

Het monitoringprogramma richt zich op het geven van een algemeen beeld van de menselijke verstoring. Het programma is niet gericht op het waarnemen van incidenten die van invloed kunnen zijn op de zee-eenden. Het programma is evenmin gericht op het direct waarnemen van de effecten van verstoringen (gedrag en gebiedsgebruik van zee-eenden direct koppelen aan optredende verstoringen). Het direct causaal aan elkaar verbinden van waarnemingen van fluctuaties van zee-eenden aan optredende activiteiten is niet het doel van het monitoringprogramma, en zal op basis van dit programma slechts in zeer beperkte mate mogelijk zijn.

Diverse abiotische factoren zoals genoemd in § 4.6 zijn gemodelleerd, maar nog niet in de analyse betrokken. Het gaat zowel om de directe invloed van abiotische factoren op de zwarte zee-eend, als om de indirecte invloed, bijvoorbeeld op het voedsel voor de zwarte zee-eend. De verwachting is dat de directe invloed beperkt is; de indirecte invloed is besproken in § 3.4.3.

Populatiedynamiek is een belangrijke externe factor die van invloed is op de aanwezigheid van zee-eenden in de Voordelta. Vergelijking van de metingen in de Voordelta met gegevens elders laat zien dat het teruglopen van de aantallen zwarte zee-eenden in de Nederlandse kustzone niet op zichzelf staat.

6.5.2 Eerste resultaten

Het monitoringprogramma tot dusver heeft tot eerste resultaten geleid ten aanzien van (de ontwikkeling van) het aantal vogeldagen, het voedselaanbod voor de zwarte zee-eend en frequentie en impact van menselijke activiteiten in de rustgebieden.

Uit de resultaten blijkt dat er grote jaarlijkse fluctuaties in het aantal zwarte zee-eenden in de Voordelta optreden. Bovendien is er sprake van een daling van het aantal zwarte zee-eenden in de recente jaren (2009-2010) in vergelijking met de waarnemingen uit de T_0, die past in de landelijke trend van dalende aantallen. Het lijkt erop dat de zee-eenden zich in de T_1 vooral buiten de rustgebieden bevonden, terwijl in de T_0 nog wel zee-eenden binnen het nu als rustgebied aangewezen deel van de Voordelta werden waargenomen. Er lijkt sprake van een verschuiving van het overwinteringsgebied in noordelijke richting. Ook in België en Frankrijk is de afgelopen decennia namelijk sprake van afnemende aantallen in de overwinteringsgebieden.

Kennis over het voedselgebruik door zee-eenden moet worden afgeleid uit analyses van de maaginhoud van aangespoelde dode zwarte zee-eenden. Dit onderdeel is afhankelijk van het in voldoende aantal beschikbaar komen van dode eenden. Tot nu toe zijn slechts twee zee-eenden in de Voordelta gevonden. Voor zover aantoonbaar lijkt het voedsel van de zwarte zee-eend in de Voordelta in ieder geval voornamelijk te bestaan uit Ensis spp. met een lengte van 3 tot 9 cm.

In de T_0 is slechts een beperkt aantal waarnemingen van menselijke verstoring gedaan, gedurende ongeveer een jaar (2005). Een kwantificering van de verandering in verstoring na het instellen van de rustgebieden is daarom niet op betrouwbare wijze te maken. Een effect van verstoring op de aanwezigheid van zwarte zee-eenden in de rustgebieden is op dit moment nog onduidelijk.
Uit de T_0 waarnemingen blijkt ook dat het toevallig samenvallen van waarnemingen met omstandigheden die gunstig zijn voor bepaalde vormen van gebruik (kite- en windsurfen op dagen met veel wind) kan leiden tot een afwijking in het resultaat, waar nog een correctie op toegepast zal moeten worden. In het meetjaar oktober 2009 – september 2010 hebben in

totaal 25 luchtwaarnemingen en 35 landwaarnemingen plaatsgevonden. Dit betekent dat gemiddeld iedere zes dagen een waarneming is gedaan. Met deze waarnemingsfrequentie kan een goed algemeen beeld geschetst worden van het gebruik van het gebied en het optreden van verstoring in de rustgebieden.

De zwarte zee-eend is een schelpdiereter. Het effect van het uitsluiten van de boomkorvisserij >260 pk uit het bodembeschermingsgebied heeft waarschijnlijk weinig invloed op de biomassa van schelpdieren. Het effect van visserij beperkt zich dus vooral tot verstoring door vissersschepen.

6.5.3 Aanbevelingen voor het monitoringprogramma

In § 6.5 zijn verschillende conclusies getrokken met betrekking tot de beantwoording van MEP vraag 2. Die conclusies vormen de aanleiding voor een aantal aanpassingen in de huidige aanpak in het monitoringprogramma. De belangrijkste punten waarop wijzigingen worden aanbevolen zijn:

- Het aantal zwarte zee-eenden in de Voordelta toont grote jaarlijkse variatie, en een dalende trend; mogelijk speelt uitwisseling met andere gebieden een rol
- Het onderzoek naar het dieet van zwarte zee-eenden in de Voordelta heeft tot nu toe weinig resultaat opgeleverd, door gebrek aan gevonden aangespoelde zee-eenden
- De waarnemingen van menselijk gebruik in de Voordelta geven een beeld van het optreden van verstoring in de rustgebieden. Een vertaling naar een meer generiek beeld moet nog plaats vinden.

Deze punten worden hier onder verder uitgewerkt in aanbevelingen voor bijstellingen in de verzameling van gegevens en informatie uit andere bronnen, de analyse van de data en de inrichting van het monitoringprogramma.

Veranderingen in aantallen zwarte zee-eenden

Veranderingen in vogeldagen kunnen worden getoetst door vergelijking van de resultaten uit de T_0 met de gegevens uit de periode na 2008 (Before-After). Deze toetsing geeft een antwoord op de vraag of er verandering is opgetreden in het aantal vogeldagen, maar geeft geen antwoord op de vraag wat de oorzaak is. Vergelijking met ontwikkelingen in populaties elders kan mogelijk inzicht geven in algemene trends in de NW Europese populatie en de uitwisseling tussen gebieden.

Voedsel zwarte zee-eend

Door de lage aantallen aangespoelde zwarte zee-eenden die tot nu in het kader van dit programma zijn geanalyseerd, is een nauwkeuriger omschrijving van het dieet van zee-eenden in de Voordelta, op basis van waarnemingen, lastig. Daardoor kan mogelijk alleen op basis van aannames over het dieet worden vastgesteld, in welke mate het voedselaanbod in de Voordelta van invloed is op de aantallen zee-eenden.

Nagegaan zal worden of, naast de huidige vrijwilligers, een grotere groep van mensen betrokken kan worden bij het verzamelen van dode zwarte zee-eenden (bijv. via vissers, recreanten). Uiteraard is succes sterk afhankelijk van de aantallen zee-eenden aanwezig in de Voordelta en vooral van het optreden van sterfte.

Verstoring in de rustgebieden

Op basis van de huidige monitoring wordt een algemeen beeld gegeven van het optreden van menselijk gebruik in de rustgebieden.

Het Automatic Identification System (AIS) biedt de mogelijkheid scheepsbewegingen in de Voordelta gedetailleerder in beeld te brengen dan mogelijk is op basis van de huidige

waarnemingen. AIS is verplicht voor alle zeeschepen > 300 Bruto Register Ton, wordt ingevoerd voor vissersschepen van meer dan 15 m, en wordt in het kader van het Beheerplan ook ingevoerd voor kleinere vissersschepen. Voor de recreatievaart is AIS niet verplicht.
Hoewel AIS dus niet volledig dekkend is kan het wel een goed ruimtelijk beeld opleveren. AIS data zullen gebruikt worden om de huidige lucht- en landwaarnemingen aan te vullen.

6.5.4 Doorkijk naar komende jaren

Met de voorgestelde aanbevelingen voor het monitoringprogramma en nadere analyse van de data, wordt verwacht dat er in voldoende mate een beeld komt van de wijzigingen in aantallen zwarte zee-eenden, en het gebruik van het gebied door de zwarte zee-eend. Tevens zullen de veranderingen in voedselaanbod, en de verstoring door menselijk gebruik in de rustgebieden, vastgesteld kunnen worden.
Om tot een betere onderbouwing van mogelijk verklarende onderliggende relaties te komen, zal nagegaan worden in hoeverre meer gedetailleerde analyses een antwoord kunnen bieden. Hierbij gaat het om de relatie tussen enerzijds aantallen zwarte zee-eenden en gebiedsgebruik door de eenden, en anderzijds het voorkomen van voedsel. Is een betere kwantificering van het voedselaanbod mogelijk, en is er een betere relatie te leggen tussen tijd en plaats van het voorkomen van de zee-eenden en de beschikbaarheid van voedsel?
Daarnaast gaat het om het beter kwantificeren van de verstoring in de rustgebieden.
Om het waargenomen effect van veranderingen in menselijk gebruik beter te kunnen vaststellen zijn aanvullende analyses nodig, waarbij per rustgebied gekeken wordt hoe door het seizoen heen het gebiedsgebruik door de eenden is verlopen in relatie tot menselijke activiteiten. Dit om eventuele relaties in de ruimte (wel/niet aanwezig) ook in de tijd te kunnen maken (eenden weg voor/na verstoring). De resultaten van de waarnemingen van menselijk gebruik worden nu deels beïnvloed door het al of niet samenvallen van waarnemingen met omstandigheden die gunstig zijn voor bepaalde vormen van gebruik (bijv. recreatie in relatie tot vrije dagen, gunstige weersomstandigheden). Een modelmatige beschrijving van de verschillende vormen van menselijk gebruik, gebaseerd op bestaande kennis over relaties tussen gebruiksvormen en relevante omgevingsfactoren, en gekwantificeerd via statistische relaties op basis van de beschikbare data, kan mogelijk leiden tot een meer generieke beschrijving van het menselijk gebruik van de Voordelta. In 2011-2012 wordt onderzocht of het mogelijk is op die manier te komen tot een betrouwbaar, meer generiek beeld, van het optreden van verstoring.

Conclusies MEP vraag 2:
Gevolgde methode De nadruk in het monitoringprogramma ligt enerzijds op het in beeld krijgen van het gebruik van de Voordelta door de zwarte zee-eend, via het vaststellen van aantallen en ruimtelijke verspreiding, en anderzijds op het in beeld krijgen van de belangrijkste bepalende factoren in de Voordelta. Die factoren zijn vooral het voedselaanbod (vaststellen beschikbaarheid schelpdieren van de juiste afmetingen) en verstoring (vaststellen van het optreden van menselijke activiteiten in de rustgebieden). Tevens wordt informatie verzameld over veranderingen in abiotische omstandigheden, en populatieveranderingen op NW Europese schaal.
Eerste resultaten Er zijn grote fluctuaties in aantallen over de jaren heen, en er is een gestaag dalende trend in het aantal zwarte zee-eenden in de Voordelta. Het lijkt erop dat de zee-eenden zich in de T_1 vooral buiten de rustgebieden bevonden, terwijl in de T_0 nog wel zee-eenden binnen het nu

als rustgebied aangewezen deel van de Voordelta werden waargenomen. Voor zover aantoonbaar lijkt het voedsel van de zwarte zee-eend in de Voordelta voornamelijk te bestaan uit mesheften (*Ensis* spp.) met een lengte van 3 tot 9 cm. Een effect van verstoring op de aanwezigheid van zwarte zee-eenden in de rustgebieden is niet vastgesteld.
Aanbevelingen Veranderingen in vogeldagen in de Voordelta kunnen worden getoetst. Vergelijking met ontwikkelingen in populaties elders kan mogelijk inzicht geven in algemene trends in de NW Europese populatie en de uitwisseling tussen gebieden. De mogelijkheid om meer aangespoelde zee-eenden te verzamelen in de Voordelta, ten behoeve van het dieetonderzoek, moet worden verkend. De verstoring door scheepvaart kan beter in beeld gebracht worden door gebruik te maken van de data uit het AIS systeem.
Doorkijk De onderliggende verbanden tussen aantallen zwarte zee-eenden en gebruik van de Voordelta door de eenden enerzijds, en het voedselaanbod en de verstoring anderzijds, moet onderzocht worden door meer gedetailleerde analyse van de resultaten.

6.6 MEP vraag 3 en 4: Grote stern en visdief

MEP vragen 3b en 4b richten zich op het behoud van voldoende voedselaanbod voor de grote stern en de visdief in de Voordelta: "*Leidt het instellen van het bodembeschermingsgebied tot een gelijkblijvende potentiële functie van de Voordelta voor de grote stern / visdief in termen van voedselbeschikbaarheid?"*

MEP vragen 3c en 4c richten zich op het verminderen van de verstoring door menselijke activiteiten van op platen rustende grote sterns en visdieven: "*Leidt het instellen van de rustgebieden tot een toename van het aantal op platen rustende grote sterns en visdief en zo ja, is deze verandering toe te schrijven aan de aanwezigheid van de rustgebieden of ook aan andere factoren?*"

6.6.1 Gevolgde aanpak en gegevensanalyse

Zoals omschreven in het MEP-NCV, moet het instellen van het bodembeschermingsgebied er toe leiden dat het voedselaanbod voor vissen en vogels gelijk blijft aan die vóór de aanleg van Maasvlakte 2. De evaluatievraag spreekt van de potentiële functie van de Voordelta als foerageergebied. Zoals al eerder geconcludeerd, is niet duidelijk hoe die potentiële functie van het gebied vastgesteld zou moeten worden (§ 6.2). Het MEP-NCV noemt als indicatoren aantallen foeragerende sterns in de Voordelta, aantallen op de platen rustende sterns, aantallen broedparen in aangrenzende gebieden, de dichtheid van geschikt voedsel, en verstoringspatronen in de Voordelta.

Het monitoringprogramma richt zich op het monitoren van het aantal vogeldagen en gebiedsgebruik door sterns, het monitoren van de eventuele effecten van veranderingen in de biomassa van vissen (haring, sprot, zandspiering) als indicator voor het voedselaanbod, en

op het monitoren van impact van menselijke activiteiten (als indicator voor verstoring) in de rustgebieden.

De **aantallen** sterns en het gebiedsgebruik worden waargenomen via vliegtuigtellingen. De vliegtuigtellingen worden op vergelijkbare wijze uitgevoerd als tijdens de T_0, waarbij een integrale telling wordt uitgevoerd van de vogels die rusten op platen. De vogels die boven het open water van het zeegebied vliegen worden geteld door middel van een steekproef via transecten. De telling worden tijdens laagwater uitgevoerd, waarbij zowel het plaatgebruik als informatie over het gedrag in het open zeegebied vastgelegd wordt.
Op basis van de tellingen kunnen aantallen vogels en vogeldagen bepaald worden. Tevens wordt het aantal broedparen in alle kolonies in het Deltagebied bepaald. Dit levert informatie die verschillen kan verklaren in aantal vogeldagen tussen jaren, indien die veroorzaakt worden door verplaatsingen tussen kolonies.

Het **gebiedsgebruik** van individuele vogels wordt gemonitoord via het zenderen van vogels uit een aantal kolonies. De zendersignalen worden opgevangen door een ontvanger, die in de buurt van de vogel moet zijn. Door een ontvanger bij een kolonie te plaatsen kan foerageerduur en -tijdstip worden vastgelegd. Met behulp van mobiele ontvangers kunnen vogels in het gebied worden waargenomen tijdens vliegtuigtellingen of landwaarnemingen. Bij dat laatste geldt dat er dus een beperkte kans is op het werkelijk waarnemen van vogels: zowel zender als ontvanger moeten bij elkaar in de buurt zijn. Hoe groot de kans is op waarnemingen is niet bepaald.

Waarnemingen aan het broedsucces worden gedaan in enclosures in een aantal kolonies. Deze waarnemingen richten zich onder meer op parameters die indicatief kunnen zijn voor de voedselbeschikbaarheid (legselgrootte, overleving en conditie van kuikens).
Het dieet en foerageerduur wordt eveneens bepaald in het enclosure onderzoek. Dit biedt informatie over de voedselbeschikbaarheid in de Voordelta.

Voor de grote stern zou het broedsucces van een kolonie te Zeebrugge (niet beïnvloed door de natuurcompensatie, wel in dezelfde regio) als referentie kunnen dienen. Deze kolonie is de laatste jaren niet bezet geweest. Historische gegevens van Zeebrugge, en gegevens van overige kolonies in Nederland en het Deltagebied zullen nu als referentie dienen voor beide sterns.

Gegevens over het **voedselaanbod** in de Voordelta (dichtheid en biomassa van prooisoorten) worden afgeleid uit de monitoring van de visbestanden en gegevens over aantallen zandspiering die met de bodemschaaf in het bodemdierenonderzoek worden verzameld. Omdat de prooisoorten pelagische vissen zijn, levert de bemonstering met de garnalenkor en de bodemschaaf slechts in beperkte mate kwantitatieve informatie over het voedselaanbod op.

De mate van verstoring die optreedt, wordt vastgesteld als de frequentie van verschillende menselijke activiteiten in de rustgebieden en in een strook binnen de verstoringsafstand (250 m) van die rustgebieden, in de periode april t/m september. Op basis van bestaande kennis over de impact van verschillende vormen van verstoring kunnen deze frequenties ook gewogen worden naar het type verstoring.
Het monitoringprogramma richt zich op het geven van een algemeen beeld van de menselijke verstoring, zoals reeds omschreven in § 6.5.1.
Het programma is niet gericht op het direct waarnemen van verstoringen (gedrag en gebiedsgebruik van sterns direct koppelen aan optredende verstoringen). Het vaststellen van

een causale relatie tussen optredende activiteiten op en in de omgeving van platen en fluctuaties in plaatgebruik door sterns zal op basis van dit programma slechts in zeer beperkte mate mogelijk zijn.

6.6.2 Eerste resultaten

Aantal sterns

Voor grote sterns is het totaal aantal vogels in de T_1 groter dan in de T_0.
Voor visdieven geldt dat het totaal aantal in de T_0 en T_1 vergelijkbaar is.
Tijdens de T_0 is geconcludeerd dat bij tellingen van grote groepen vogels de aantallen systematisch onderschat worden. De grootte van die onderschatting werd als beperkt gekenmerkt, zodat geen correctie nodig wordt geacht (Poot et al., 2006).

Gebiedsgebruik: Foerageren

In de nazomer kwamen net als tijdens de nulmeting relatief grote foerageerconcentraties in het zeegebied voor de Kop van Schouwen voor. In april werden grote concentraties net aangekomen grote sterns op de platen en stranden waargenomen.
Ten aanzien van de aantallen vliegende/foeragerende sterns in de Voordelta kan worden vermeld dat in de T_1 meer grote sterns en visdieven boven open water actief zijn dan in de T_0
In 2009 en 2010 is net als tijdens de nulmeting vastgesteld dat de grote sterns uit de kolonies tot ver buiten het studiegebied binnen de Voordelta foerageren.
Uit de zenderwaarnemingen tot nu toe blijkt dat, in tegenstelling tot de grote stern, de visdief vooral dicht onder de kust en in de spuistroom van de Haringvlietsluizen actief is. Ook werd bij deze soort vastgesteld dat deze profiteren van de zandhoppers bij de nieuwe Tweede Maasvlakte, waar in de troebele wolken achter deze schepen soms door tientallen vogels wordt gefoerageerd.

Gebiedsgebruik: Rustconcentraties

Van de sterns is een cumulatief verspreidingsbeeld gegenereerd. Interessant is dat de zandeilanden van de toekomstige Tweede Maasvlakte direct in april door met name grote sterns werden ontdekt. Deze platen waren ook tijdens hoogwater beschikbaar, dit in tegenstelling tot de andere platen als de Bollen van de Ooster, Hinderplaat en met name de Platen bij de Banjaard (Bollen van het Nieuwe Zand) en voor de Kop van Schouwen (Verklikkerplaat). In dit laatste gebied gaat het zowel om concentraties vogels die op platen rusten, als om concentraties foeragerende vogels. Dit beeld komt overeen met de nulmeting.
In 2010 hebben de platen in rustgebied Bollen van het Nieuwe Zand zich uitgebreid in zuidwestelijke richting. Rustende grote sterns bevinden zich daarom deels buiten de grens van het rustgebied.
In 2010 werden geen rustconcentraties van sterns meer waargenomen op de nieuwe Tweede Maasvlakte, vermoedelijk omdat de menselijke activiteiten te veel waren toegenomen.
De waarnemingen van menselijke activiteiten lijken te wijzen op een afname van de verstoring in de T_1 op de Hinderplaat, en een toename op de Bollen van de Ooster. In grote lijnen lijkt het erop dat de afgenomen aantallen rustende sterns op de platen verband houden met het toegenomen plaatbezoek in de T_1 t.o.v. de T_0.

Verandering in voedselaanbod

Bij voedselspecialisten zoals sterns zijn veranderingen in de dieetsamenstelling, het foerageergedrag of de foerageerduur sterk indicatief voor veranderingen in de voedselbeschikbaarheid in het foerageergebied. De voedselecologie van de sterns wordt onderzocht door waarnemingen in broedkolonies. Haring en sprot zijn relatief vette vissoorten en daarom waarschijnlijk voedzamer voor kuikens dan andere vis. Uit het onderzoek aan de broedkolonies blijkt voor de grote stern het dieet vooral uit haring/sprot en zandspiering te

bestaan. Bij visdieven kan zoetwatervis, naast haring/sprot, een belangrijk deel van het dieet uitmaken. Het dieet vertoont variatie tussen jaren.

De gegevens over de aanvoer van prooien voor de sternkuikens en uit perceel Vis lijken erop te duiden dat in 2010 het aanbod haringachtigen in de Voordelta lager was dan in 2009 (beide jaren T_1). Een vergelijking met T_0 uit de Voordelta is niet mogelijk, maar wel met T_0 uit Zeebrugge. Hieruit blijkt dat de groei en vooral het broedsucces van de sterns in de T_0 achterblijft, maar broedsucces wordt niet alleen door het voedselaanbod maar ook door predatie en habitatkwaliteit bepaald.

6.6.3 Aanbevelingen voor het monitoringprogramma

In het bovenstaande zijn verschillende conclusies getrokken met betrekking tot de beantwoording van MEP vragen 3 en 4. Die conclusies vormen de aanleiding voor een aantal aanpassingen in de huidige aanpak in het monitoringprogramma. De belangrijkste punten waarop wijzigingen worden aanbevolen zijn:

- Het gebiedsgebruik wordt afgeleid uit waarnemingen van gezenderde sterns. Door technische problemen heeft dit onderzoek in 2010 slechts beperkt resultaat opgeleverd
- De waarnemingen van menselijk gebruik in de Voordelta geven een beeld van het optreden van verstoring in de rustgebieden. Een vertaling naar een meer generiek beeld moet nog plaats vinden.

Deze punten worden hier onder verder uitgewerkt in aanbevelingen voor bijstellingen in de verzameling van gegevens en informatie uit andere bronnen, de analyse van de data en de inrichting van het monitoringprogramma.

Aantallen en gebiedsgebruik van sterns

Het zenderen van sterns om een beeld te krijgen van het ruimtegebruik is in 2010 door technische omstandigheden niet goed gelukt. Er dient eerst een nadere evaluatie te worden uitgevoerd van de resultaten van het zenderen, om te bepalen in hoeverre het zenderen voldoende toegevoegde waarde biedt ten opzichte van de vliegtuigwaarnemingen en het onderzoek aan het dieet van sterns.

Veranderingen van het plaatareaal in de Voordelta

Veranderingen in de droogvallende platen in de Voordelta leiden er toe dat er nieuwe platen beschikbaar komen, buiten de rustgebieden. Deze gebieden worden in sommige gevallen ook door de sterns gebruikt. Om deze veranderingen beter in beeld te krijgen, wordt nagegaan of beschikbare gegevens van lodingen of satellietbeelden geschikt zijn om de snelle veranderingen in plaatarealen beter te kwantificeren.

Verstoring in de rustgebieden

Voor dit aspect gelden dezelfde aanbevelingen als voor MEP vraag 2 gemaakt in § 6.5.3.
Een nadere temporele analyse is nodig om te kunnen achterhalen of er ook een causaal verband is, d.w.z. of de afname van rustende vogels plaatsvonden tijdens en/of na verstoring door recreatief plaatbezoek. Opvallend is wel dat plaatbezoek ook regelmatig is waargenomen na het instellen van de rustgebieden. Dit zou betekenen dat het effect van het instellen van de rustgebieden niet heeft geleid tot een verbeterde situatie voor sterns vanwege een gebrek aan handhaving

Voedselbeschikbaarheid

Uit de percelen Benthos en Vis komen de gegevens over de aanwezigheid van haring, sprot en zandspiering. Hieruit komt geen eenduidig beeld naar voren ten aanzien van de variaties

in dichtheden. Verschillende analyses (gebiedsgewijs versus stationsgewijs) laten verschillende beelden zien.
De stationsgewijze vergelijking (gepaard) is niet geanalyseerd voor verschillen tussen 2009 en 2010. Verschillen tussen het bodembeschermingsgebied en het referentiegebied in het voorjaar zijn niet aantoonbaar voor dichtheid van haringachtigen. Vanwege tijdsbeperkingen zijn de gegevens over zandspiering uit perceel Benthos nog niet uitgewerkt.

6.6.4 Doorkijk naar komende jaren

Vooral de conditie van de kuikens kan aan de voedselbeschikbaarheid worden gerelateerd. Het is vooralsnog onduidelijk wat de lokale voedselbeschikbaarheid bepaalt. Dit kan te maken hebben met de timing van de aanvoer van vislarven en juvenielen in het gebied, maar ook andere factoren zoals weersomstandigheden of het openen van de Haringvlietsluizen kunnen hierin een rol hebben gespeeld. Daarvoor moeten de gegevens eerst gekoppeld worden aan andere datasets (bijvoorbeeld de situatie op de Wadden) en aan de gegevens van de gezenderde vogels en dienen de resultaten vertaald te worden naar een energiebudget. Dit zal in een vervolganalyse worden uitgevoerd.

Conclusies MEP vraag 3/4:
Gevolgde methode Het monitoringprogramma richt zich op het monitoren van het aantal vogeldagen en gebiedsgebruik door sterns, het monitoren van de eventuele effecten van veranderingen in de biomassa van vissen (haring, sprot, zandspiering) als indicator voor het voedselaanbod, en op het monitoren van impact van menselijke activiteiten (als indicator voor verstoring) in de rustgebieden.
Eerste resultaten In de Voordelta zijn de totale aantallen grote sterns toegenomen, terwijl de totale aantallen visdieven ongeveer gelijk zijn gebleven. Grote sterns en visdieven verschillen in gebiedsgebruik. Grote sterns foerageren tot ver buiten de kolonies. De visdief foerageert vooral ook bij de Haringvlietsluizen en profiteert in de troebele wateren van de zandhoppers bij de nieuwe Tweede Maasvlakte. Er zijn meer foeragerende sterns boven open water actief in T_1 t.o.v. T_0. Sterns hebben ook van nieuwe platen buiten de rustgebieden gebruik gemaakt. Er lijkt een verband tussen toegenomen plaatbezoek en de afname van rustende sterns op platen. Grote sterns eten bij voorkeur vette vissoorten als haring en sprot. Bij visdieven kan zoetwatervis een significant aandeel van het voedsel vormen. De groei van kuikens wordt bepaald door voedselaanbod, maar het broedsucces wordt ook beïnvloed door predatie en habitatkwaliteit. Het voorkomen van de prooisoorten van sterns wordt waarschijnlijk niet beïnvloed door het instellen van het bodembeschermingsgebied
Aanbevelingen Het zenderen van sterns heeft nuttige aanvullende informatie opgeleverd over het ruimtegebruik in de Voordelta. Om de betrouwbaarheid te verhogen wordt gezocht naar technische verbetering. Bezien wordt of additionele lodingsgegevens of satellietbeelden bruikbaar zijn om beter inzicht te krijgen in de dynamiek van droogvallende platen die door de sterns als (nieuwe)

rustgebieden gebruikt worden. Mogelijk bieden ook de vliegtuigopnamen kwalitatief inzicht. Een nadere analyse is nodig om een causaal verband tussen recreatief plaatbezoek en de afname van op platen rustende vogels te onderzoeken.
Doorkijk Naar het zich laat aanzien, is het belang van lokale factoren op het succes van kolonies van grote stern en visdief groot. Deze factoren moeten meegenomen worden bij het beoordelen van het broedsucces en de aantallen sterns in de Voordelta.

6.7 Slotbeschouwing

Het monitoringprogramma is in het voorjaar van 2009 van start gegaan. Eind 2010 waren de bemonsteringen en veldmetingen van twee volledige jaren van de effectmonitoring grotendeels volgens plan uitgevoerd. Analyse van de monsters en meetgegevens vergt met name voor bodemdieren en vissen een aanzienlijke tijd, waardoor het beschikbaar komen van de opgewerkte gegevens na-ijlt (zie ook Tabel 2.3). De midterm evaluatie, zoals oorspronkelijk voorzien halverwege een meetperiode van 3 jaar, kan slechts in beperkte mate uitgevoerd worden. De monitoring is later gestart dan voorzien en nog niet alle gegevens uit de uitgevoerde monitoring zijn al beschikbaar. Het verdient daarom aanbeveling om af te wijken van het oorspronkelijke schema met twee mijlpalen, een midterm evaluatie in 2010 en een eindrapportage in 2013. In plaats daarvan wordt een gewijzigde werkwijze voorgesteld, waarbij in de jaren 2011-2013 jaarlijks bezien wordt of bijstellingen in de monitoring noodzakelijk zijn, en tevens opeenvolgende stappen worden gezet in de gegevensanalyse om toe te werken naar een beantwoording van de MEP vragen in 2013. Op die manier ontstaat er ruimte om met de monitoring in te kunnen spelen op onverwachte ontwikkelingen.

In de voorgaande paragrafen is een aantal aanbevelingen gedaan voor (beperkte) aanpassingen in de monitoring en vervolgstappen in de gegevensanalyse. Over het geheel genomen is er nu geen aanleiding om het monitoringprogramma sterk te wijzigen. Gezien het feit dat er slechts beperkt nieuwe gegevens beschikbaar zijn over de periode na de T_0 (1 of 2 jaar), ligt het ook niet in de rede om sterk af te gaan wijken van de keuzes die bij de aanvang van het monitoringprogramma zijn gemaakt.

Wel is er een aantal wezenlijke knelpunten rond de monitoring van de effecten van de natuurcompensatie en de uiteindelijke beantwoording van de MEP vragen.
Een eerste betreft de constatering dat, op basis van de nu bekende resultaten, externe factoren in een aantal gevallen dominant lijken ten opzichte van de genomen maatregelen. Alle factoren die niet direct of indirect worden beïnvloed door de beheermaatregelen worden in dit kader als externe factoren beschouwd. Van belang zijn onder meer de veranderingen in de omvang van de boomkorvisserij, die er mogelijk toe leiden dat niet alleen in het bodembeschermingsgebied maar ook daarbuiten (in de referentiegebieden) de visserij inspanning afneemt. Daarnaast lijken externe factoren vooral een belangrijke rol te spelen bij de vogels. Het meest duidelijk is dit bij de zwarte zee-eend, waarvan de aantallen in de Voordelta sterk zijn afgenomen in de laatste jaren, zonder dat er een duidelijk aanwijsbare oorzaak in het gebied zelf kan worden gevonden. In mindere mate speelt dit bij de sterns, waar het succes van broedkolonies wordt beïnvloed door factoren in die kolonies zelf (beheer, predatie). Deze ontwikkelingen maken het moeilijk om de effecten van de compensatiemaatregelen te kunnen vaststellen. Dit wordt deels ondervangen doordat in het monitoringprogramma getracht wordt ook die externe factoren zo goed mogelijk in beeld te

brengen. Tegelijkertijd onderstreept dit punt het belang van jaarlijkse bijstelling van het monitoringprogramma waar nodig.
Het tweede knelpunt betreft het vraagstuk van statistische significantie. De Voordelta is een gebied met een hoge natuurlijke variabiliteit en beïnvloeding van de natuurwaarden door verschillende menselijke activiteiten die variëren in de tijd. Naast de al in het gebied voorkomende activiteiten speelt ook de aanleg van Maasvlakte 2 die de komende jaren plaats vindt. In dit gebied is in 2008 een aantal beheermaatregelen genomen, waarvan de effecten in 2013 moeten worden vastgesteld tegen die achtergrond van 'ruis' veroorzaakt door andere factoren. Zoals eerder besproken is er een grote kans dat met het huidige monitoringprogramma een verbetering van 10% in biomassa van bodemdieren en vissen in 2013 niet aangetoond kan worden met de, in de wetenschap gebruikelijke, statistische betrouwbaarheid. De redenen daarvoor zijn de grote ruimtelijke en temporele variatie in de Voordelta en de in verhouding tot die variatie betrekkelijk geringe verwachte verandering door de compensatiemaatregel. Op basis van de T_0 resultaten was al geconcludeerd dat een zeer groot aantal monsters nodig is om tot voldoende onderscheidend vermogen te komen (zie ook RIKZ, 2007). De oplossing die nu voorgesteld wordt, is enerzijds te zoeken naar een statistische aanpak die niet uitgaat van een grofmazige vergelijking van bodembeschermingsgebied met referentiegebieden, maar meer de nadruk legt op veranderingen op een fijnere ruimtelijke schaal. Anderzijds levert het monitoringprogramma informatie over andere factoren (zoals menselijke activiteiten, abiotische omstandigheden) die het mogelijk maken op basis van de best beschikbare kennis tot een aannemelijke verklaring te komen van de veranderingen in het gebied en het belang van de genomen maatregelen. De basale vraag die resteert is dan met welke mate van zekerheid de vraag over het effect van de compensatiemaatregel beantwoord moet en kan worden.

6.8 Referenties

Bence J.R., A. Stewart-Oaten, S.C. Schroeter, 1996. Estimating the size of an effect from a before-after-control-impact paired series design. In: R.J. Schmitt & C.W. Osenberg (eds.), Detecting ecological impacts, pp. 133-149.

Bierman S., D. Miller, F. Quirijns, R. van Hal, 2009. Intensiteit boomkorvisserij in de Voordelta. IMARES rapport nr. C144/09.

Dekker W., 2007. Visbemonstering in de Voordelta: statistische betrouwbaarheid van de nulmetingen in het kader van de aanleg van de Tweede Maasvlakte. IMARES rapport nr. C050/07.

Escaravage V., M.A. Bergmeijer, A. Dekker, A.G.M Engelberts, W.C.H. Sistermans, L.A. de Witte-Dek, 2008. Nulmeting MEP-MV2. Drie jaar bodemdieren waarnemingen (2004-2005-2007). NIOO-CEME rapport Monitor Taskforce 2008-7.

Green R.H., 1979. Sampling design and statistical methods for environmental biologists. Wiley and Sons, New York.

Kater B. (2007) De power van de nulmeting macrobenthos. Poweranalyses ten behoeve van de effectmeting macrobenthos in het kader van de natuurcompensatie van de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Alkyon rapport A1867R1.

Poot M.J.M., C. Heunks, H.A.M. Prinsen, P.W. van Horssen, T.J. Boudewijn, 2006. Zeevogels in de Voordelta in 2004/2005 en 2005/2006. Bureau Waardenburg rapport nr. 06-244.

Rijnsdorp A.D., M. van Stralen, D. Baars, R. van Hal, H. Jansen, M. Leopold, P. Schippers, E. Winters, 2006. Rapport inpassing visserijactiviteiten Compensatiegebied MV2. IMARES rapport nr. C047/06.

RIKZ, 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. RIKZ rapport nr. 2007.006.

Steenbergen J., V. Escaravage, 2006. Baseline study MEP-MV2. lot 2: bodemdieren. Eindrapportage campagnes 2004-2005. IMARES rapport nr. C053/06.

Stewart-Oaten A., 1996. Problems in the analysis of environmental monitoring data. In: R.J. Schmitt & C.W. Osenberg (eds.), Detecting ecological impacts, pp. 109-131.

Tulp I. C. van Damme, F. Quirijns, E. Binnendijk, L. Borges, 2006. Vis in de Voordelta: nulmetingen in het kader van de aanleg van de Tweede Maasvlakte. IMARES rapport nr. C081/06.

Underwood A.J., 1992. Beyond BACI: the detection of environmental impacts on populations in the real, but variable, world. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 161: 145-178.

Underwood A.J., 1996. On beyond BACI. In: R.J. Schmitt & C.W. Osenberg (eds.), Detecting ecological impacts, pp. 151-175.

Van Oostenbrugge H., R. Beukers, J. Smit, 2008. Economische effecten natuurcompensatie Tweede Maasvlakte op de visserijsector. LEI rapport nr. 2008064.

Van Leeuwen, S.J., 2008. Natuurcompensatie in de Voordelta bij de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Achtergrondrapport bij de Natuurbalans 2008. PBL rapport nr. 500402011/2008.

VenW, 2008. Beheerplan Voordelta.

VenW, 2009. Monitoring- en Evaluatieprogramma Maasvlakte 2. Natuurcompensatie Voordelta.