

Ecologische analyse van potentiële locaties voor mosselzaadinvang (MZI) in Nederlandse kustwateren

R.H. Jongbloed, A.C. Smaal, C.J. Smit, M. Poelman, A.G. Brinkman, N.M.J.A. Dankers, I.G. de Mesel & J.A. van Franeker

Rapport C088/09



IMARES Wageningen UR

IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies

Opdrachtgever: Ministerie van LNV
Agroketens en Visserij
T.a.v. dhr J.J. van Dijk
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Publicatiedatum: 7 oktober 2009

IMARES is:

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

© 2009 Wageningen **IMARES**

IMARES is geregistreerd in het
Handelsregister Amsterdam nr. 34135929,
BTW nr. NL 811383696B04.

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1-V6.2

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
1 Inleiding	9
1.1 Doel en werkwijze	9
1.2 Ontwikkeling van MZI	10
2 Potentiële locaties voor MZI	11
2.1 Waddenzee	11
2.2 Voordelta	13
2.3 Oosterschelde	13
3 Werkzaamheden rond MZI	15
3.1 Typen MZI's	15
3.2 Activiteiten	15
4 Criteria voor een ecologische analyse	19
4.1 Belangrijkste criteria	19
4.2 Draagkracht	20
4.2.1 Het begrip draagkracht.....	20
4.2.2 Aanpak.....	20
4.2.3 Indeling en classificatie.....	20
4.3 Effecten op bodem	21
4.4 Effecten op vogels	22
4.4.1 Vogelconcentraties.....	22
4.4.2 Verstoringafstanden.....	23
4.4.3 Positieve effecten van MZI	26
4.5 Effecten op zeehonden.....	26
4.6 Ontstaan van zwerfvuil en contaminatie.....	28
4.6.1 Zwerfvuilproblematiek.....	28
4.6.2 Zwerfvuil van MZI's	29
5 Ecologische analyse voor de Waddenzee.....	31
5.1 Draagkracht	31
5.2 Effecten op bodem	35
5.3 Effecten op vogels	37
5.3.1 Vogelconcentraties.....	37
5.3.2 Effecten op vogels	38

5.4	Effecten op zeehonden.....	41
5.5	Overzichtstabel.....	44
6	Ecologische analyse Voordelta.....	45
6.1	Draagkracht	45
6.2	Effecten op de bodem.....	45
6.3	Effecten op vogels	46
6.3.1	Vogelconcentraties.....	46
6.3.2	Effecten op vogels	47
6.4	Effecten op zeehonden.....	49
6.5	Overzichtstabel.....	51
7	Ecologische analyse voor de Oosterschelde	53
7.1	Draagkracht	53
7.2	Effecten op bodem	54
7.3	Vogels56	
7.3.1	Vogelconcentraties.....	56
7.3.2	Effecten op vogels	56
7.4	Effecten op zeehonden.....	59
7.5	Overzichtstabel.....	60
8	Discussie, conclusies en aanbevelingen.....	61
8.1	Discussie	61
8.2	Conclusies.....	62
8.3	Aanbevelingen	63
9	Kwaliteitsborging	67
	Referenties	69
	Verantwoording	75

Samenvatting

Ter voorbereiding van nieuw beleid inzake het toepassen van mosselzaadinstallaties (MZI-installaties) in Waddenzee, Voordelta en Oosterschelde heeft het Ministerie van LNV aan IMARES, onderdeel van Wageningen UR, opdracht verleend voor een ecologische analyse van de zoeklocaties voor MZI's. LNV heeft daarvoor een groot aantal locaties geïdentificeerd, die potentieel bruikbaar zijn voor MZI toepassingen verdeeld over drie kustwateren. Het gaat om 26 locaties in de Waddenzee, 8 locaties in de Voordelta en 15 locaties in de Oosterschelde. In dit rapport worden de resultaten van de ecologische analyse gepresenteerd.

Het doel van de ecologische analyse is aan te geven of, en zo ja welke, ecologische functies aan de orde zijn bij toepassing van MZI's in de gegeven zoekgebieden en wat de mogelijke effecten zijn. De locaties als zodanig zijn door LNV voorgeselecteerd. Op basis van de ecologische analyse zijn de zoeklocaties onderling vergeleken. Dit leidt tot een rangorde van zoekgebieden met mogelijk ecologische effecten. Deze effecten zijn niet gerelateerd aan de instandhoudingsdoelen voor Natura2000. Het gaat in dit rapport dus om een relatieve waardering van de zoeklocaties ten opzichte van elkaar.

De analyse is gebaseerd op de resultaten van eerdere MZI evaluaties en gericht op mogelijke effecten op draagkracht, bodem, vogels en zeezoogdieren. Omdat het gaat om een vergelijking van gebieden is de aandacht vooral gericht op effecten die ruimtelijk verschillend kunnen uitwerken. Naar verwachting geldt dit niet voor zwerfvuil en is daar niet nader op ingegaan. Ook voor draagkracht effecten is de ruimtelijke differentiatie beperkt en dit is per kombergingsgebied behandeld. Voor de bodem is uitgegaan van de dynamiek van de bodem op basis van het zout ecotopen stelsel. Voor de vogels en de zeehonden is nagegaan welke verstoring zou kunnen uitgaan van MZI's en dan met name van de werkzaamheden die met het gebruik samenhangen.

Voor effecten op de draagkracht en de bodem geldt dat deze direct samenhangen met de omvang en het aantal MZI's in een bepaald gebied. Gebieden met een langere verblijftijd van het water, relatief lage voedselconcentraties, meer filter feeders en/of een relatief lage dynamiek, bieden minder ruimte aan MZI's dan andere gebieden. Verstoring door werkzaamheden aan de MZI's kan gevolgen hebben voor vogels en zeehonden. Voor enkele gebieden is aangegeven dat deze vrij dicht bij vogel- en zeehondenconcentraties liggen met kans op verstoring.

Uit het rapport blijkt dat er voor 15 locaties slechts geringe ecologische effecten en afwezigheid van effecten worden verwacht. Er zijn 16 locaties met voor één van de vier onderzochte ecologische criteria een matig effect, terwijl de andere criteria geen effect of geringe effecten hebben. Voor 18 locaties is voor minstens twee criteria een matig effect, dan wel voor minstens een criterium een groot effect ingeschat. Op basis van deze studie kan een keuze worden gemaakt van een redelijk groot aantal locaties waarvoor geen omvangrijke nadelige effecten van MZI toepassingen worden verwacht. Deze locaties bevinden zich in de Waddenzee, Voordelta en Oosterschelde, met een evenredige verdeling over deze gebieden.

Overzicht van het resultaat van de ecologische beoordeling van alle zoekgebieden in alle gebieden.

Legenda:

Score	Draagkracht	Overige ecologische criteria
A	relatief veel ruimte voor MZI	geen effect verwacht
B	geringe beperking in ruimte voor MZI	gering effect mogelijk
C	beperkingen in ruimte voor MZI	matig effect mogelijk
D/E	relatief weinig ruimte voor MZI	groot effect mogelijk

Gebied	Locatiecode	Locatiennaam	Draagkracht	Bodem	Vogels	Zeehonden
Waddenzee	Marsdiep / Texelstroom					
	A	Marsdiep - De Hors	A	A	B	B
	B	Malzwin west	A	A	B	B
	C	Malzwin (uitgebreid)	A	A	B	B
	D	Zuidwal	A	A	B	C
	E	Visjagersgaatje	D	A	A	C
	F	Oudeschild	A	A	B	A
	G	Texelstroom – Bollen	A	A	A	C
	H	Bollen Noord	A	A	B	C
	I	Scheer	A	A	B	B
	J	Burgzand	A	A	B	B
	K	Vogelzand	A/B	A	B	B
	L	Nesserzand	B	A	B	A
	M	Scheurrak	B	A	B	A
	N	Gat van Stompe	B	B	C	A
	O	Vlieter	B	A	C	A
	P	Doove Balg	C	A	A	B
	Q	Afsluitdijk	C	A	A	B
	Eierlandse Gat					
	R	Eierlandse Gat - Vliehors	E	A	C	D
	S	Eierlandse Gat- Vogelzwin	D	A	C	D
	Zeegat van 't Vlie / Vliestroom					
	T	Engelse Hoek	A	A	A	D
	U	Westmeep	A	A	C	C
	V	Zuidmeep	A	A	C	C
	W	Griend	C	B	B	C
X	Harlingen	C	B	A	A	
Oostelijke Waddenzee / Friese Gat						
Y	Zoutkamperlaag	D	B	A	A	
Z	Oort	D	B	A	B	
Voordelta	A	Ribben	A	B	B	C
	B	Slijkgat	A	B	B	A
	C	Haringvlietdam	A	B	C	A
	D	Springersdiep	A	B	D	B
	E	Aardappelenbult	A	A	C	D
	F	Schaar van Renesse	A	A	D	B
	G	Krabbegat	A	A	A	A
	H	Noordland	A	A	A	A
Oosterschelde	A	Neeltje Jans	A	B	C	B
	B	Groot Vuilbaard	A	C	A	B
	C	Roggenplaat	A	B	C	B
	D	Schaar van Colijnsplaat	A	A	A	A
	E	Vuilbaard	A	C	B	A
	F	Nunnenplaat	A	C	B	B
	G	Zeelandbrug	B	A	A	A
	H	Oostkant Zeelandbrug	B	C	A	B
	I	Noord Beveland	B	A	B	A
	J	Vondelingsplaat	C	C	A	B
	K	Slikken van Vianen	C	C	C	A
	L	Krammer	C	C	C	A
	M	Kom Yerseke Bank	C	C	A	A
	N	Tholense gat	D	C	A	A
O	Kom Pietermanskreek	D	C	A	A	

Dankwoord

Bij deze willen we de Jenny Cremer, Jan Tjalling van der Wal en Carola van Zweeden bedanken voor de GIS werkzaamheden en het maken van de verspreidingskaarten. We zijn Dick de Jong (Rijkswaterstaat Directie Zeeland), Peter Meininger (Rijkswaterstaat Directie Zeeland) en Pauline Kamermans erkentelijk voor hun commentaar op eerdere versies van het rapport.

1 Inleiding

1.1 Doel en werkwijze

De minister van LNV ontwikkelt momenteel beleid voor het bieden van ruimte aan mosselzaadinstallaties (MZI-installaties) in de Waddenzee, de Oosterschelde en de Voordelta (LNV, 2008). Het beleid zal de randvoorwaarden schetsen voor de vergunningverlening voor MZI. Het gaat onder meer om de ligging en omvang van locaties, de landschappelijke inpassing, de natuurwaarden en de interactie met andere gebruiksfuncties. Het op te stellen beleid en het Plan van Uitvoering Convenant Transitie Mosselsector en Natuurherstel Waddenzee (Regiegroep Mosselconvenant, 2009) hangen nauw samen. Het beleid bepaalt de ruimte voor opschaling door de sector in de verschillende gebieden, in het Plan van Uitvoering van het convenant zal worden aangegeven in hoeverre en op welke wijze van deze ruimte gebruik wordt gemaakt. Ter voorbereiding van het beleid is door LNV een aantal zoekgebieden geïdentificeerd die potentieel bruikbaar zijn voor MZI toepassingen (LNV, 2008; LNV 2009b). Hierbij zijn de volgende selectiecriteria gebruikt:

- Niet in gesloten gebieden cf. Nb-wet of rustgebieden Voordelta
- Niet in betonde vaargeulen
- Voldoende stroomsnelheid (> 80 cm/sec) en voldoende diepte (> 4meter)
- Voldoende afstand tot gebieden met vogel- en zeehondenconcentraties (>500 meter, resp. > 1500 meter)
- Niet boven een zeebodem waar voor depositie gevoelige biota voorkomen (zeegras, kokerwormen, zeeanemonen)
- Enige vorm van beschutting tegen storm

De gebruikers en belanghebbenden (o.a. visserij, recreatie, veiligheid, natuur) worden door het ministerie van LNV geconsulteerd over bovenstaand beleid en de potentiële MZI locaties die niet boven mosselpercelen liggen. Zij brengen hun bezwaren en voorkeuren in. Ook worden alternatieve oplossingen aangedragen. Een beschouwing vanuit de ecologische functies van de zoeklocaties heeft echter nog niet plaats gevonden. LNV heeft IMARES verzocht om hiervoor een analyse te maken. Tegelijkertijd met de ontwikkeling van het beleid, dient een passende beoordeling uitgevoerd te worden.

Het voorliggende rapport geeft een analyse van de mogelijke ecologische effecten van MZI's in verschillende zoekgebieden in de Waddenzee, Oosterschelde en Voordelta.

Het doel van de ecologische analyse is aan te geven of, en zo ja welke, ecologische functies aan de orde zijn bij toepassing van MZI's in de gegeven zoekgebieden.

Opgemerkt wordt dat is uitgegaan van de zoekgebieden zoals deze door LNV zijn opgegeven. In hoeverre deze gebieden ook daadwerkelijk geschikt zijn voor succesvolle mosselzaadinstallatie is niet in de beschouwing betrokken.

De ecologische analyse dient ter aanvulling op de overwegingen die voortvloeien uit de gebruiksfuncties die aan de zoekgebieden zijn verbonden.

Op basis van de ecologische analyse zijn de zoeklocaties onderling vergeleken. Dit leidt tot een rangorde van zoekgebieden met mogelijk ecologische effecten. Deze effecten zijn niet gerelateerd aan de instandhoudingsdoelen voor Natura2000. Het gaat in dit rapport dus om een relatieve waardering van de zoeklocaties ten opzichte van elkaar.

Als vervolg op de huidige studie is een passende beoordeling uitgevoerd voor de locaties die zijn gekozen in het voorlopige voorkeursbeleid. De passende beoordeling zal in een apart rapport (Wiersinga et al., 2009) worden beschreven. Landschappelijke inpasbaarheid van MZI wordt in een zelfstandig spoor behandeld.

De gevolgde werkwijze is gebaseerd op het gebruik van bestaande kennis en expert-judgement van deskundigen. Het betreft kennis over de gebieden, soorten, habitats en het MZI-gebruik.

De volgende deskundigen hebben meegewerkt aan de analyse:

- Aad Smaal – schelpdiercultuur en draagkracht in de Oosterschelde
- Marnix Poelman – werkzaamheden rond mosselcultuur
- Bert Brinkman – draagkracht in de Waddenzee
- Norbert Dankers – ecotypen en bodem in de Waddenzee
- Ilse de Mesel – ecotypen en bodem in de Voordelta en de Oosterschelde
- Cor Smit – vogels
- Sophie Brasseur – zeehonden
- Jan Andries van Franeker – zwerfvuil

Deze kennis is zoveel mogelijk vastgelegd in GIS-kaarten met daarop de zoekgebieden, habitattypen en een indicatie van draagkrachteffecten. Er zijn workshops gehouden om de consistentie tussen de redeneringen van de verschillende experts te waarborgen.

1.2 Ontwikkeling van MZI

De mosselkwekers en de overheid zijn op zoek naar alternatieve mosselzaadbronnen. Eén van de oplossingen die op korte termijn uitkomst zou kunnen bieden, is mosselzaadinvang (MZI) in mosselzaadinvanginstallaties (MZI-installaties). Om hiermee voldoende kennis en ervaring op te doen wordt er sinds 2001 met MZI geëxperimenteerd. Een MZI-installatie is een systeem dat in essentie bestaat uit een substraat, waaraan mosselbroedjes hechten, een ophangmechanisme en een verankering van het systeem. De substraten zijn beschikbaar in de vorm van touwen en netten. De ophangmechanismen bestaan uit buizen, boeien, vloten, dobbers, kooien, rekken en korven. Verankering bestaat meestal uit ankers, penankers, palen, pennen of betonblokken. Er is een grote verscheidenheid aan systemen. Voor de MZI proefperiode 2006-2007 zijn door Wageningen IMARES de MZI resultaten voor deze periode geëvalueerd, waarbij naast de productie ook aandacht is gegeven aan de mogelijke ecologische effecten van MZI's. Dit heeft geleid tot het rapport "Perspectief voor mosselzaadinvang (MZI) in de Nederlandse kustwateren. *Een evaluatie van de proefperiode 2006-2007*" (Scholten *et al.*, 2007). Voor 2008 zijn de MZI resultaten geëvalueerd en gerapporteerd door Kamermans & Smaal (2009).

De evaluaties over de afgelopen jaren laten zien dat MZI gebruik een snelle ontwikkeling doormaakt. De opbrengst is toegenomen van 1 mln. kg in 2006 tot 4 mln. kg in 2008. In 2009 is er een verdere opschaling gerealiseerd waarbij in Waddenzee en Oosterschelde op ruim 200 ha van MZI's gebruik wordt gemaakt. Uitgaande van een gemiddelde opbrengst van 4 kg per m², leidt dat tot een oogstverwachting van 8 mln. kg in 2009. Dit is 20 % van het beoogde doel van 40 mln. kg in 2020.

Ecologische effecten van MZI's zijn in de evaluaties eveneens gerapporteerd, onder meer op basis van onderzoek in het kader van het Probus project (Smaal, 2007). Daaruit blijkt dat er geen duidelijke effecten van de MZI's zijn geconstateerd voor vogels, zeezoogdieren, bodem en draagkracht. Dit hangt deels samen met beperkingen in het aantal waarnemingen en de beperkte schaal van de MZI's tot nu toe. Om ecologische effecten van MZI toepassingen op een grotere schaal te kunnen inschatten, kan niet worden volstaan met extrapolatie van de resultaten die tot nu toe zijn gerapporteerd en is nader onderzoek en monitoring nodig, zoals ook is aanbevolen in Scholten *et al.* (2007).

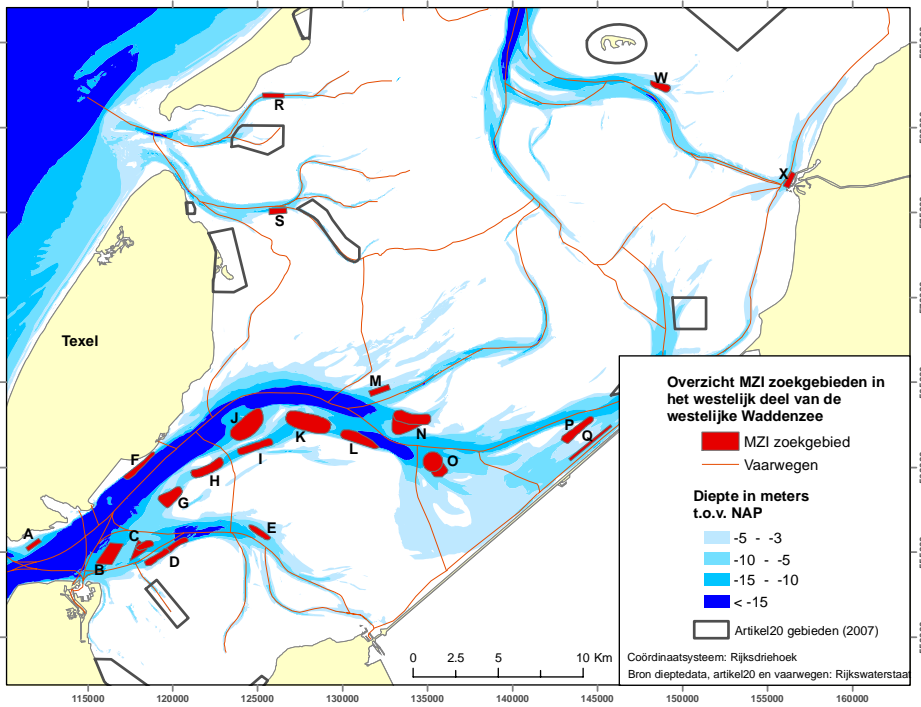
2 Potentiële locaties voor MZI

Het Ministerie van LNV heeft op basis van de ervaringen met de pilot experimenten met MZI, de evaluatie door Scholten et al. (2007) en de consultatie van belanghebbende partijen een aantal mogelijke locaties voor MZI aangewezen, de zogenaamde MZI zoekgebieden. De namen van deze MZI zoekgebieden zijn vermeld in Tabel 1. De MZI zoekgebieden zijn door LNV ingetekend op hydrografische kaarten en ter beschikking gesteld aan IMARES. Vervolgens heeft IMARES de MZI locaties in GIS gezet en de kaarten zijn weergegeven in Figuur 1 tot en met Figuur 4.

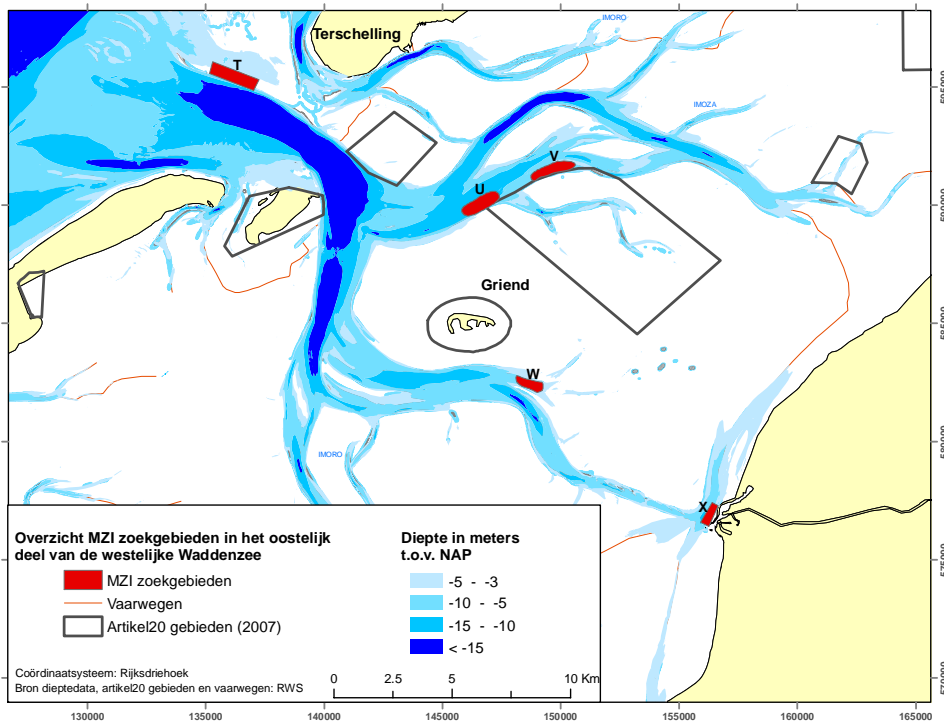
2.1 Waddenzee

Tabel 1 MZI zoekgebieden in de Waddenzee

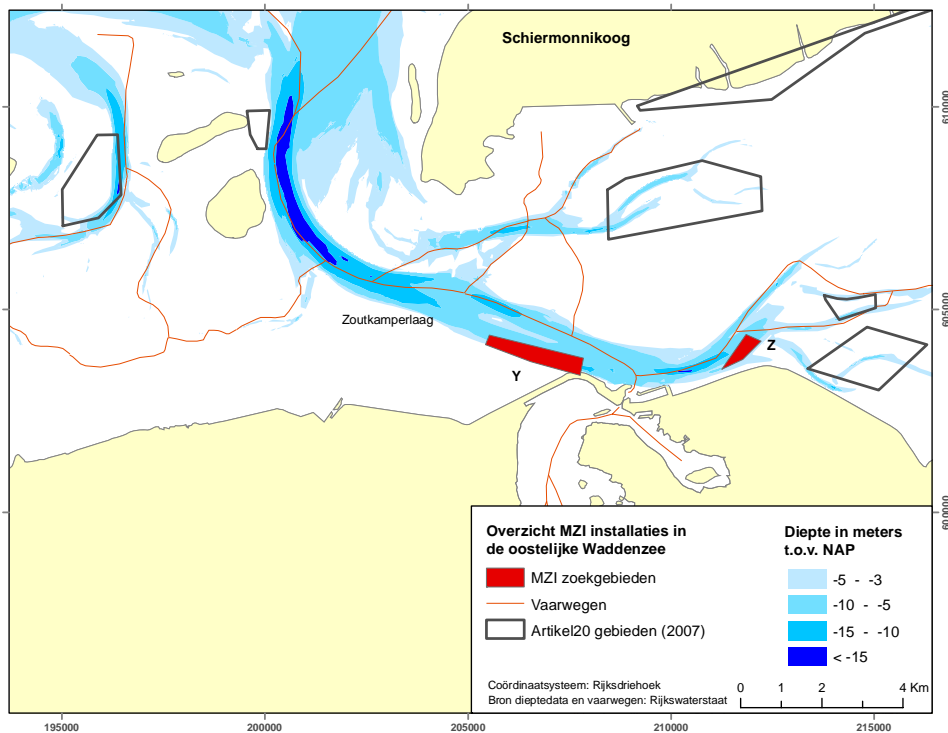
Locatiecode	Locatiennaam
Marsdiep / Texelstroom	
A	Marsdiep - De Hors
B	Malzwin west
C	Malzwin (uitgebreid)
D	Zuidwal
E	Visjagersgaatje
F	Oudeschild
G	Texelstroom – Bollen
H	Bollen Noord
I	Scheer
J	Burgzand
K	Vogelzand
L	Nesserzand
M	Scheurrak
N	Gat van Stompe
O	Vlieter
P	Doove Balg
Q	Afsluitdijk
Eierlandse Gat	
R	Eierlandse Gat - Vliehors
S	Eierlandse Gat- Vogelzwin
Zeegat van 't Vlie / Vliestroom	
T	Engelse Hoek
U	Westmeep
V	Zuidmeep
W	Griend
X	Harlingen
Oostelijke Waddenzee / Friese Gat	
Y	Zoutkamperlaag
Z	Oort



Figuur 1 Overzicht van MZI zoekgebieden in het westelijke deel van de westelijke Waddenzee.



Figuur 2 Overzicht van MZI zoekgebieden in het oostelijke deel van de westelijke Waddenzee.



Figuur 3 Overzicht van MZI zoekgebieden in de oostelijke Waddenzee.

2.2 Voordelta

De namen en de geografische ligging van de te analyseren MZI locaties in de Voordelta is weergegeven in respectievelijk Tabel 2 en in Figuur 4.

Tabel 2 MZI zoekgebieden in de Voordelta

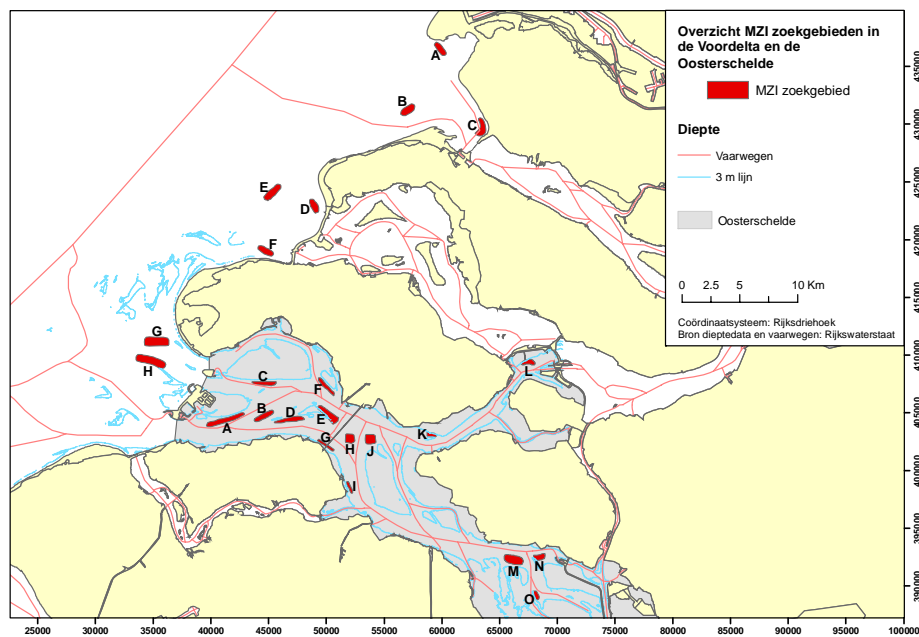
Locatiecode	Locatiennaam
A	Ribben
B	Slijkgat
C	Haringvlietdam
D	Springersdiep
E	Aardappelenbult (Bollen van de Ooster)
F	Schaar van Renesse
G	Krabbegat
H	Noordland

2.3 Oosterschelde

De namen en de geografische ligging van de te analyseren MZI locaties in de Oosterschelde is weergegeven in respectievelijk Tabel 3 en Figuur 4.

Tabel 3 MZI zoekgebieden in de Oosterschelde

Locatiecode	Locatiennaam
A	Neeltje Jans
B	Groot Vuilbaard
C	Roggenplaat
D	Schaar van Colijnsplaat
E	Vuilbaard
F	Nunnenplaat
G	Zeelandbrug
H	Oostkant Zeelandbrug
I	Noord Beveland
J	Vondelingsplaat
K	Slikken van Vianen
L	Krammer
M	Kom Yerseke Bank
N	Tholense gat
O	Kom Pietermanskreek



Figuur 4 Overzicht van MZI zoekgebieden in de Voordelta en de Oosterschelde.

3 Werkzaamheden rond MZI

3.1 Typen MZI's

Om tot een duidelijk beeld van de verschillende aspecten van bestaande MZI-installaties te komen, is het nuttig de installaties te onderscheiden naar het type constructie en systeemeigenschappen die relevant zijn voor de effecten op de omgeving.

In eerste instantie is een onderscheid te maken tussen systemen die met een vaste constructie met de bodem verbonden zijn (bodemconstructies) en systemen die zijn opgehangen aan een drijvende constructie (off bodemconstructies). Deze drijvende constructies zijn via lijnen met ankers of betonnen blokken verbonden met de bodem.

De vaste constructies zijn onder te verdelen in verticale invangsystemen rond een paal of in een rek, en horizontale invangsystemen die parallel aan of boven de bodem zijn gespannen. De drijvende constructies zijn naar de aard en omvang van de drijvers onder te verdelen in constructies met tonnen of drijvers. Voor de evaluatie van de invangcapaciteit zijn de verschillende MZI-installaties verder in te delen naar soort substraat: netten of touwen. Zie voor een gedetailleerde beschrijving van de verschillende typen MZI's: Van Stralen in : Kamermans & Smaal (2009), Bijlage I.

3.2 Activiteiten

Voor de beoordeling van de eventuele (versturende) effecten van de activiteiten rond MZI's is van belang te weten in welke periode de MZI's aanwezig zijn, om welk soort werkzaamheden het gaat, hoe vaak en in welke periode van het jaar deze worden uitgevoerd.

Om mosselzaadinvang (MZI) te kunnen bedrijven zijn een aantal handelingen van toepassing, welke kunnen worden onderverdeeld in:

- Installeren van de MZI;
- (Broedval) controle op de MZI;
- Uitdunnen (tussentijds oogsten) van de MZI;
- Oogsten van de MZI;
- Verwijderen van de MZI.

Onder het installeren van de MZI wordt het plaatsen van de installatie verstaan, inclusief ankers, betonning en substraat. De voorbereidende werkzaamheden (boeien leggen, betonankers afzinken e.d.) worden uitgevoerd voordat de netten (na 1 april) in het water gaan. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een speciaal uitgerust schip, een aangepast vaartuig of een mosselkotter. Handelingen die op de bodem worden verricht ter positionering of het plaatsen van verankering zelf hebben kunnen een zeker beroerend effect op de onderliggende bodem. Wanneer de MZI's zijn geplaatst worden de systemen met enige regelmaat door de ondernemers gecontroleerd. Soms controleren duikers de mosselen en de constructie maar meestal gebeurt dit door de netten, touwen en spoelen gedeeltelijk boven water te halen. Het inspecteren en onderhouden van de installatie kan verstoring veroorzaken door scheepvaartgeluid en de fysieke aanwezigheid van een vaartuig, eventueel in combinatie met rondvaren in kleine bijbootjes.

Nadat de zaadval heeft plaatsgevonden volgt de ondernemer in veel gevallen de groei van de mosselen aan het substraat. Waar mogelijk wordt het substraat (of een gedeelte van het systeem) gelicht om te beoordelen hoeveel en hoe groot het mosselzaad is. Op basis van inschatting kan een ondernemer verkiezen om een deel van de mosselen te verwijderen (tussentijds oogsten of uitdunnen), zodat de overgebleven mosselbroedjes betere groeikansen krijgen. Hiermee kan het rendement worden verhoogd (van Stralen in Kamermans & Smaal, 2009, bijlage 1). Het uitdunnen gebeurt voornamelijk bij netsubstraat en incidenteel bij dropping long-lines. Tijdens het uitdunnen wordt met een uitdunsysteem een deel van het mosselzaad afgehaald. Bij het oogsten of uitdunnen

trekt (of vaart) het schip zich langzaam voort langs de long-line of buis, zodat het oogstapparaat zijn werk kan doen. Het zaad dat geoogst is wordt naar de bodempercelen vervoerd voor verdere kweek.

Het oogsten van de MZI gebeurt wanneer de ondernemer het mosselzaad groot genoeg vindt om uit te zaaien, of omdat er risico is dat het zaad van de MZI's valt. Bij de oogst wordt het mosselzaad van het systeem verwijderd. Hierbij wordt in het geval van touwen het touw binnengehaald en het mosselzaad gestript met een oog of stripmachine of schoongespoten met hoge druk, de methoden hiervoor zijn nog in ontwikkeling. Bij netten wordt het net onderwater schoongeborsteld of het net wordt aan boord schoongeborsteld. Indien mogelijk wordt het systeem gelijktijdig met de oogst verwijderd, ook kan het systeem later worden verwijderd. Het mosselzaad wordt naar percelen getransporteerd voor verdere doorkweek. Tijdens het verwijderen van de MZI (en met name de verankering) wordt de bodem enigszins beroerd. Dit is in eerdere studies gekwantificeerd in termen van enkele m² per anker of penanker (Kamermand & Smaal, 2009). Het oogsten kan verstoring veroorzaken door scheepvaartgeluid en de visuele aanwezigheid van een vaartuig

De vaarbewegingen die van toepassing zijn bij de verschillende handelingen zijn te onderscheiden in een viertal activiteiten, het op- en neer varen naar de MZI vanuit de ligplaats (oa. transport) en naar de percelen (zaaien), activiteiten op de MZI-locatie en inactieve (rust) momenten op/nabij de MZI-locatie. De frequentie en tijdsduur van de vaarbewegingen die worden uitgevoerd, zijn afhankelijk van het aantal MZI's per locatie, clustering van initiatieven, persoonlijke voorkeuren van de ondernemer en de ligging van ligplaatsen (thuishavens) en percelen. De gegevens over de periode, tijdsduur en frequente van de handelingen en activiteiten wordt weergegeven in Tabel 4. De perioden zijn indicatief, aangezien de exacte uitvoering afhankelijk is van de ondernemer, schaal en weersomstandigheden.

In voorkomende gevallen vindt het installeren van de MZI plaats vanaf half maart, in de periode half maart t/m april wordt de verankering en dergelijke eerst geplaatst voordat de MZI wordt geïnstalleerd.

Een enkel MZI systeem blijft gedurende de periode oktober tot het voorjaar op de locatie liggen, deze mogelijkheid bestaat alleen voor de Oosterschelde en Voordelta. De redenen hiervoor zijn tweeledig, in de meeste gevallen wordt het rendement per MZI verhoogd door het achtergebleven zaad door te laten groeien en op een later moment te oogsten (winter of voorjaar). Daarnaast wordt in enkele gevallen de mogelijkheid benut ter voorkoming van opslag- en verwijderingsinspanningen. In de Waddenzee is alleen WIETEX gerechtigd om met een tiental systemen een doorkweekexperiment uit te voeren. Uit ervaringen in de Waddenzee (med. J. van Dijk, MS Phoca) is gebleken dat een deel van de MZI-bedrijven al in de laatste week van maart beginnen met voorbereidende werkzaamheden zoals het leggen van boeitjes en het afzinken van ankers waaraan later de MZI's worden bevestigd. In sommige delen van de Waddenzee is daardoor al een week voor de plaatsing van MZI's sprake van een duidelijke toename van het aantal scheepsbewegingen.

Tabel 4 Handelingen en activiteiten bij de mosselzaadinvang op een locatie (van 50 ha) en een systeem (long-line of buis van 100 meter).

Handeling	Activiteit	Periode	Frequentie	Duur	Totale maximale duur per MZI seizoen (dag/50 ha MZI)
Installatie	Transport haven – MZI Activiteit bij MZI	April	Eenmalig	Halve dag per systeem	6
Onderhoud en controle	Varen haven – MZI Beperkte activiteit bij mzi	April - Oktober	Wekelijks/maandelijks	1 uur per locatie	2,5
Uitdunnen	Varen haven - MZI Varen MZI- perceel Activiteit bij MZI Inactief bij MZI	Juni – Augustus	Tweemaal	5 dagen per locatie	10
Oogsten	Varen haven – MZI Varen mzi-perceel Activiteit bij MZI Inactief bij MZI	September - Oktober	Eenmalig	5 dagen per locatie	5
Verwijderen	Varen mzi – haven Activiteit bij MZI	September - Oktober	Eenmalig	Halve dag per systeem	6

4 Criteria voor een ecologische analyse

4.1 Belangrijkste criteria

In Tabel 5 staan de aspecten die van belang zijn bij de ecologische analyse van de aanwezigheid van MZI's en de activiteiten rond MZI's. Deze criteria zijn ontleend aan de eerdere evaluaties (Scholten et al., 2007; Kamermans & Smaal, 2009) en vertegenwoordigen de aspecten waarop MZI's invloed kunnen hebben zowel wat betreft ecologische processen (draagkracht), structuren (beschermde habitats), als beschermde soorten (vogels, zeezoogdieren). De aandacht is gericht op deze aspecten omdat verwacht wordt dat effecten hierop het meest van belang zijn voor de nadere gebiedskeuzen. Er zijn nog andere ecologische aspecten die kunnen worden beïnvloed door MZI activiteiten, zoals effecten op vissen, maar deze zijn waarschijnlijk niet gebiedspecifiek, van ondergeschikt belang.

De criteria zijn uitgewerkt in indicatoren waarmee een nadere detaillering en waar mogelijk kwantificering kan worden aangegeven per criterium. Verder is nagegaan in hoeverre er reeds bestaande standaarden zijn, waaraan de indicatoren bij toetsing van effecten kunnen worden gerelateerd.

In de volgende hoofdstukken worden voorgestelde zoekgebieden per locatie volgens deze criteria geanalyseerd.

Overwogen is aandacht te besteden aan de mogelijke cumulatie van effecten per zoekgebied maar dit is in de huidige studie niet verder behandeld. Hiervoor moet namelijk veel informatie worden verzameld over andere activiteiten in de gebieden. Ook de keuze van LNV voor de mate van clustering van MZI's is nu nog niet bekend. In de passende beoordeling is cumulatie wel een belangrijk onderdeel en daarom zal het dan wel worden uitgewerkt.

Tabel 5 Ecologische criteria voor de analyse van effecten van MZI en MZI activiteiten

Criterium	Indicator	Standaard
Draagkracht	Filtratiedruk in relatie tot wateruitwisseling en voedselconcentratie	Geen standaard, wel relatieve score van gebieden
Bodem en bodemleven	Effecten biodepositie op kwetsbare habitats	Zoute wateren Ecotooptype systeem (ZES)
Vogels	Effecten op rust-, rui- en foerageergebieden	Geen standaard; per soort en gebied differentiëren
Zeehonden	Effecten op ligplaatsen (rustgebieden, zooggebieden, verharingsgebieden) in relatie tot bestaande vaaractiviteiten	Geen standaard; per locatie differentiëren
Verontreiniging t.g.v. zwerfvuil (micro en macro)	Stroming en golven	Geen standaard; per locatie differentiëren
Cumulatie	Aanwezigheid andere MZI activiteiten en ander type menselijke activiteiten (recreatievaart, scheepvaart, e.d.)	Geen standaard

4.2 Draagkracht

4.2.1 Het begrip draagkracht

Draagkracht is in dit verband opgevat als de beschikbaarheid van voedsel en de effecten van MZI's op de draagkracht betreffen dan de effecten op de voedselvoorraad voor de MZI mosselen en de andere filterfeeders. Dit voedsel bestaat uit fytoplankton (microscopisch kleine plantjes die in het water zweven) dat wordt gemeten als chlorofylconcentratie. De beschikbaarheid daarvan hangt af van de snelheid waarmee het voedsel wordt geproduceerd (primaire productie) en wordt aangevoerd (de verversing van het water), de troebelheid, de hoeveelheid slib en de omvang van het bestand aan andere filterfeeders zoals bodemmosselen, oesters, kokkels e.d.

Het voedsel wordt geproduceerd in de waterkolom en wordt door de getijstroming gemengd en over aanzienlijke afstanden getransporteerd. In één getijperiode (met een stroomsnelheid van ca. 1 m/s) kan een water-/voedseldeeltje meer dan 15 km afleggen (Wintermans et al., 1996). Daarom kan er niet per locatie worden nagegaan wat de voedselbeschikbaarheid is voor MZI's, en zijn de gebieden in compartimenten ingedeeld, op basis van de waterbeweging.

4.2.2 Aanpak

In Scholten et al. 2007 is ingegaan op de draagkracht van de westelijke Waddenzee en Oosterschelde voor MZI's. Voor de westelijke Waddenzee zijn de berekeningen gebaseerd op het EcoWasp-ecosysteemmodel (Brinkman, 2003; Brinkman & Smaal, 2003) en een schatting van de biomassa en filtratieactiviteit van de MZI-mosselen.

Voor de oostelijke Waddenzee is een dergelijk model niet beschikbaar en is dus ook geen berekening gemaakt maar is volstaan met een volume-extrapolatie: de OWS is zoveel kleiner en daarmee ook de draagkracht.

Voor de Oosterschelde was de schatting gebaseerd op die van de Waddenzee gecombineerd met een interpretatie van de systeemeigenschappen, zoals verblijftijd, nutriëntgehalten, diepte en doorzicht. Er is toen geen geografische onderverdeling gemaakt.

Om de ecologische effecten op de draagkracht van MZI toepassingen op een grotere schaal te kunnen inschatten, kan niet worden volstaan met extrapolatie van de resultaten die tot nu toe zijn gerapporteerd en is nader onderzoek en monitoring nodig, zoals ook is aanbevolen in Scholten et al. (2007). Sinds die rapportage is er echter geen nieuwe informatie beschikbaar gekomen die tot betere kwantitatieve schattingen geleid heeft.

Omdat resultaten van effectenstudies en betere berekeningsmethoden, pas in de komende jaren beschikbaar zullen komen, is in dit stadium volstaan met een relatieve schatting van de geschiktheid van de zoekgebieden op basis van de wateruitwisseling en het volume van een geulengebied, met gebruik van additionele informatie in de vorm van gemiddelde waarden voor voedsel en filterfeeders.

4.2.3 Indeling en classificatie

In de Oosterschelde is gekozen voor de gebiedsindeling: west, midden, oost (de "Kom") en de noordelijke tak. Voor de inschatting van de voedselbeschikbaarheid voor MZI's is een overzicht gemaakt van het totale volume per compartiment, de verblijftijd van het water per compartiment, de hoeveelheid filterfeeders in totaal en per m³ water, en is voor zover mogelijk aangegeven wat de gemiddelde voedselconcentratie is en ook de kwaliteit in verband met het slibgehalte: slib beperkt de voedselkwaliteit voor filterfeeders. In plaats van voedselconcentratie zou het beter zijn de primaire productie te gebruiken maar daarover zijn niet voldoende gegevens beschikbaar. Op basis van genoemde gegevens is een klasse indeling opgesteld die aangeeft waar er relatief veel (klasse A) en relatief weinig (klasse D) ruimte is voor MZI's.

Deze kwalitatieve indeling kan nader gekwantificeerd worden wanneer duidelijk is welke omvang de MZI's in een bepaald gebied zullen hebben. Daarbij zijn nadere gegevens nodig over voedselbeschikbaarheid/-productie, wateruitwisseling en het bestand aan overige filterfeeders.

Voor de Waddenzee is een indeling gemaakt op basis van de loop van de grotere getijdegeulen. Voor elk van de onderscheiden delen is de geulinhoud berekend, en op basis daarvan is berekend wat het 'achterland' is van elke plek.

Ook is berekend wat het getijvolume (oppervlakte * getijverschil) is; dit is een maat voor de hoeveelheid water die per getijde het gebied binnen komt en weer verlaat; en gedeeld door het volume is het een maat voor de verversingssnelheid. Deze benadering bevat de onduidelijkheid dat niet bekend is wat de oorsprong is van het 'verse' water. Indien dat een watervolume betreft dat het systeem in het geheel niet verlaten heeft, dan is die verversing nauwelijks aan de orde geweest. Verder is het gemiddelde chlorofylgehalte gebruikt: die betreffen het zomergemiddeld (april-september) en het jaargemiddelde. De data zijn afkomstig van een beperkt aantal meetlocaties (zie Brinkman, 2008).

Op basis van deze data is voor de onderscheiden zoekgebieden een rangorde voor MZI-geschiktheid afgeleid. Een groot volume en een hoge verversingssnelheid en een hoog chlorofylgehalte wijst op een relatief goede geschiktheid. De vraag blijft nog bestaan in hoeverre het volume zelf of het volume inclusief het achterland van belang is. Uiteindelijk is voor het laatste gekozen, omdat het volume sterk bepaald wordt door de keuze van de grenzen; als het achterland wordt meegerekend dan is de keuze van de begrenzings van veel geringere betekenis.

De rangorde is een relatieve maat voor het verdelen van MZI's over de verschillende gebieden. Er is niet ingegaan op het aantal MZI's dat in een bepaald gebied een eventueel risico betekent voor de voedselhoeveelheid van het locale systeem.

4.3 Effecten op bodem

Mosselen filtreren organische en anorganische deeltjes uit het water. Slechts een deel van het gefilterde materiaal wordt verteerd en levert echte faeces op. De rest gaat niet door het maag-darmkanaal, en wordt verwijderd door middel van slijm (mucus) en pseudofaeces. Pseudofaeces en faeces bezitten hoge gehalten aan organische stof. Ze bezinken richting bodem, maar worden vaak ook weer opgewerveld en verder gevoerd tot ze opnieuw bezinken. De effecten van MZI-installaties kunnen bijgevolg op verschillende niveaus optreden: lokaal in het water of op de bodem direct bij de MZI-installatie, op enige afstand daarvan in de bodem of waterkolom en als het totaal van alle MZI-installatie op het ecosysteem. Een verhoging van het organisch stof gehalte en slibgehalte van de bodem kan voor bepaalde in de bodem levende soorten (b.v. filtrerende schelpdieren) de leefomstandigheden minder gunstig maken en voor andere soorten (b.v. depositfeeders zoals de meeste wormen) juist gunstiger. In extreme gevallen treedt zuurstofloosheid van de bodem op, waardoor ook dieren zoals wormen niet meer voor kunnen komen. Naast depositie van faeces en pseudofaeces kan mosselbroed neervallen dat loskomt van de netten. Dit kan nieuwe soorten aantrekken, zoals predatoren van mosselbroed (bijvoorbeeld zeesterren) en epifauna op de schelpen (bijvoorbeeld zeepokken). Verder kunnen er nieuwe banken ontstaan door secundaire vestiging van larven die zich eerst hebben gevestigd op de MZI's. Omdat effecten op de bodem zowel positief als negatief kunnen zijn, is er nadere kennis nodig om het netto effect te kunnen bepalen, en is de score gebaseerd op een relatieve beoordeling van mogelijk risico op negatieve effecten.

De ontwikkeling van MZI's is relatief nieuw. Het aantal studies naar de impact van deze systemen is beperkt en focust op de impact van de sedimentatie van faeces en pseudofaeces op de bodem. In Nederland is één verkennende veldstudie uitgevoerd naar de effecten van MZI-installaties op de bodem in de Waddenzee bij twee typen MZI (Meesters et al., 2007). Deze liet zien dat de bodemfauna in het centrum van een MZI-installatie armer kan zijn, dat wil zeggen: een geringere soortenrijkdom en een hoger gehalte aan wormen. De locatie waar dit werd geobserveerd had relatief lage stroomsnelheden. Er zijn twee modelstudies uitgevoerd naar de depositie en verspreiding van faeces en pseudofaeces van MZI-installaties in de Waddenzee (Meesters et al., 2007, De Mesel et al., 2008). De modellen tonen aan dat in theorie, zonder rekening te houden met verspreiding door stroming,

organisch koolstof in de buurt van de MZI-installatie kan accumuleren. Wanneer rekening wordt gehouden met de verspreiding door stroming vindt geen organische aanrijking in de buurt van de MZI-installatie plaats. Te verwachten valt dat MZI-installaties in beschutte systemen een grotere impact hebben op hun omgeving. De sedimentatie vindt daar vermoedelijk lokaal plaats.

De impact van hangcultures van mosselen op het ecosysteem zijn beter bestudeerd. Hangcultures zijn in vele aspecten te vergelijken met MZI's – met name in de productie en sedimentatie van faeces en pseudofaeces – maar verschillen in de duur dat de systemen in het water hangen. Bij MZI's is dit beperkt tot een aantal maanden per jaar, terwijl mosselen op hangcultures worden doorgekweekt tot consumptiegrootte. Ook de schaal van mosselwekerijen is vaak veel groter.

Meerdere studies hebben veranderingen in bodemfauna onder mosselwekerijen geconstateerd als gevolg van verrijking van de bodem met organisch materiaal (Mattsson & Linden, 1983; Hatcher et al., 1994; Grant et al., 1995; Mirto et al., 2000; Chamberlain et al., 2001; Hartstein & Rowden, 2004). Mattsson & Linden (1983) beschreven dit patroon het eerst. Het houdt in dat de oorspronkelijke macrofauna, gedomineerd door brokkelsterren (ophiuriden), wordt vervangen door een gemeenschap gedomineerd door kleine opportunistische borstelwormen (Polychaeta). Dit patroon heet ook wel het organische-verrijking-macrofauna-succesie model (Pearson & Rosenberg, 1978). Andere studies troffen dit patroon niet aan. Dat was voornamelijk te wijten aan de hogere dynamiek van golven en stromingen ter plaatse (da-Costa & Nalesso, 2006). In Nieuw Zeeland vond uitgebreid onderzoek plaats naar de effecten van mosselkweek op de natuurlijke omgeving (onder andere Hartstein & Rowden, 2004; Hartstein, 2005; Hartstein & Stevens, 2005). De gevonden effecten in deze studies waren eveneens vaak te herleiden tot verschillen in expositie van de diverse installaties. Deze stonden vaak langdurig op redelijk beschutte plekken. Daardoor was er een accumulatie van organisch materiaal onder en nabij de mosselcultures.

De analyse van het mogelijke effect van de plaatsing van MZI's in de zoekgebieden wordt bepaald aan de hand van de verspreiding van ecotopen die zijn gedefinieerd binnen het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES) (Bouma et al., 2005). De kenmerken waarop de onderscheiding tussen de ecotopen is gebaseerd, zijn dynamiek, diepteligging, sedimentsamenstelling en overspoelingsduur. De achterliggende gedachte bij het opstellen van het ZES is dat een idee kan worden verkregen van het potentiële voorkomen van levensgemeenschappen in en vlak boven de bodem. Het merendeel van de potentiële locaties voor MZI's ligt in de ondiepe tot diepe sublitorale habitattypen. Binnen die typen is er nog een onderscheid in twee verschillende dynamiekklassen. Alleen van de Waddenzee en Oosterschelde zijn kaarten met deze habitattypen beschikbaar. Aangenomen wordt dat in de Voordelta vergelijkbare typen voorkomen. Over het algemeen wordt aan de ondiepe laagdynamische typen een hogere natuurwaarde toegekend, en een grotere gevoeligheid voor de mogelijke effecten van MZI's. In onderhavige studie is het criterium dynamiek bepalend voor de beoordeling van de locaties voor de MZI's. Locaties in hoogdynamische ecotooptype gebieden worden dan ingeschat als minder kwetsbaar voor effecten van MZI op de bodem, terwijl die in laagdynamische ecotooptype gebieden als relatief meer kwetsbaar zijn gescoord.

4.4 Effecten op vogels

4.4.1 Vogelconcentraties

Er wordt vanuit gegaan dat de interactie tussen MZI's en vogels betrekking hebben op de activiteiten i.v.m. de installatie en het gebruik van MZI's en niet vanuit de aanwezigheid als zodanig.

Werkzaamheden en vaarbewegingen die rond MZI-installaties plaatsvinden kunnen verstoring van vogels veroorzaken, zowel wanneer er activiteiten worden uitgevoerd aan een MZI maar ook wanneer scheepvaartbewegingen van en naar een MZI dicht langs concentratiegebieden van vogels voeren. Zie Hoofdstuk 3 voor een overzicht van de MZI gerelateerde activiteiten. Tevens kunnen MZI's positieve effecten op schelpdieretende vogels hebben omdat het foerageermogelijkheden zou kunnen opleveren. Tot op heden zijn

geen directe negatieve effecten op vogels waargenomen zoals verstrikking in netten (Scholten et al., 2007; Kamermans & Smaal, 2009).

Overlap tussen MZI-zoekgebieden en gebieden waarin grote aantallen vogels zijn geconcentreerd hoeft niet noodzakelijkerwijs te betekenen dat in deze gebieden nadelige effecten van MZI' toepassingen uitgaan. In de eerste plaats geldt voor de Waddenzee dat MZI's, niet aanwezig zijn in de maanden november t/m maart waardoor interactie in die periode niet aan de orde is. Dit betreft met name overwinterende duikeenden. Verder geldt dat verstoring op zichzelf niet betekent dat er negatieve effecten op de populatie kunnen worden verwacht. Om dat te bepalen is een nadere kwantificering van verstoring nodig en inzicht in de respons van de populatie. Daarom is verstoring nu gebruikt ten behoeve van een relatieve ordening van de zoeklocaties. Dit is in de paragrafen 5.3, 6.3 en 7.3 nader verkend, waarbij naast de aanwezigheid van MZI's en het belang van een bepaald gebied voor verschillende categorieën vogels ook de fenologie (wanneer zijn vogels gedurende het jaar aanwezig) wordt betrokken.

Verstoring van vogels door MZI's is mogelijk voor:

- vogels die zich tijdens hoog water verzamelen op zogenaamde hoogwatervluchtplaatsen (vooral steltlopers en meeuwen),
- vogels in de broedgebieden (verschillende soorten kustbroedvogels),
- vogels die tijdens laagwater voedsel zoeken op drooggevallen wadden, slikken en platen (steltlopers, meeuwen, grondeleenden),
- vogels die rusten op open water (grondeleenden, duikeenden, futen, duikers),
- vogels die zich tijdens de rui hebben verzameld in specifieke ruigebieden (Bergeend, Eider).

In dit hoofdstuk wordt nagegaan waar in de Waddenzee, Voordelta en Oosterschelde zich deze vogelconcentraties zich bevinden en in hoeverre zich verstoringen als gevolg van MZI's kunnen voordoen.

4.4.2 Verstoringafstanden

Wanneer concentraties vogels worden benaderd door schepen zullen deze op één of ander moment worden verstoord, waarbij het gedrag overgaat van rusten, slapen of foerageren naar opkijken, duiken, wegzwemmen of uiteindelijk wegvliegen. De afstand waarop dit gebeurt verschilt per vogelsoort en ook per situatie: vogels op broedplaatsen zijn, zeker wanneer ze al enige tijd geleden hebben gevestigd, vaak toleranter ten opzichte van verstoring dan concentraties ruiende Bergeenden op open water. Voor de Noordzee is een sensitivity index (SSI) ontwikkeld waarop de 2 meest algemene soorten duikers, Parelduiker *Gavia arctica* en Roodkeelduiker *Gavia stellata* bovenaan staan (dat wil zeggen het meest gevoelig zijn), gevolgd door de Zwarte Zee-eend *Melanitta nigra*, Grote Stern *Sterna sandvicensis* en Aalscholver *Phalacrocorax carbo*. De laagste sensitivity index werd vastgesteld bij de Drieteenmeeuw *Rissa tridactyla*, Kokmeeuw *Larus ridibundus* en Noordse stormvogel *Fulmarus glacialis* (Garthe & Huppop 2004).

Overzichten met verstoringbronnen en verstoringafstanden van watervogels worden samengevat in Keller (1992) en Krijgsveld et al. (2008). De in de publicaties genoemde afstanden zijn samengevat in Tabel 6. Hierbij valt op dat vogels op groot open water gevoeliger lijken voor verstoring (zie gegevens Platteeuw & Beekman 1994) dan vogels op kleine, meer besloten wateren.

Te onderscheiden zijn de volgende situaties:

- **Afstand tot broedplaatsen:** op basis van Koepff & Dietrich (1986) en Dietrich & Koepff (1986) dienen afstanden van 500 m te worden aangehouden t.o.v. recreanten en (kleine) scheepvaart. De hier weergegeven afstand komt goed overeen met de maximale afstand zoals die wordt genoemd in Batten (1977), zie Tabel 6, waarbij rekening moet worden gehouden dat er zich tussen de afstand waarop reacties worden waargenomen en de als "veilig" beschouwde afstand een marge dient te bevinden. Er is weinig informatie over deze situatie omdat die zich in het veld weinig voordoet.

- Afstand tot hoogwatervluchtplaatsen: eveneens 500 m op basis van Koepff & Dietrich (1986) en Dietrich & Koepff (1986), ook in dit geval t.o.v. recreanten en (kleine) scheepvaart. Er is weinig informatie over deze situatie omdat interacties tussen scheepvaart en hoogwatervluchtplaatsen zich in het veld weinig voordoen.
- Afstand tot foeragerende wadvogels: uit waarnemingen vanuit schuilhutten naar de reacties van foeragerende steltlopers op langsvarende schepen blijkt dat op 200-300 m van de plastrand deze vogels niet meer duidelijk zichtbaar reageren (Spaans et al. 1996). De effecten van stilliggende schepen waarop activiteiten aan dek plaatsvinden zijn niet goed bekend, zeker niet wanneer in de directe omgeving van een MZI ook met kleine bijbootjes wordt gevaren. Een afstand van MZI's tot 500 m van de rand van een drooggevalle plaat is naar verwachting als niet-verstorend te beschouwen.
- Afstand tot concentraties futen en duikers: Fuutachtigen, zowel Futen *Podiceps cristatus* als Geoorde futen *Podiceps nigricollis* en Kuifduikers *Podiceps auritus* lijken matig gevoelig voor verstoring, getuige o.a. de afstanden waarop Futen opvliegen bij nadering door binnenvaartschepen op het IJsselmeer (Platteeuw & Beekman 1994). Op basis van deze gegevens hebben deze auteurs een kritische afstand ten opzichte van concentraties van deze soorten bepaald welke is weergegeven in Tabel 6. Duikers, waaronder de Roodkeelduiker en de Parelduiker, blijken erg gevoelig voor verstoring door schepen (Camphuysen & Leopold 1994). Er wordt zelfs gedacht aan verstoringafstanden van 3-5 km (Verdaat 2006 en Verdaat, mond. med.). Het geconcentreerd voorkomen van Roodkeelduikers aan de noord- en zuidzijde van het Brouwershavense Gat, en het vrijwel geheel ontbreken in het centrale deel van het gebied, kan worden toegeschreven aan de aanwezigheid van concentraties windsurfers aldaar. Tijdens de studies in het kader van de nulmeting ten behoeve van de studies naar de compensatiemaatregelen voor de Tweede Maasvlakte (Poot et al. 2006, Verdaat 2006) is gebleken dat wanneer Roodkeelduikers in dit centrale deel aanwezig waren ze onmiddellijk verdwenen zodra er windsurfers in het gebied verschenen.
- Afstand tot concentraties duikeenden: op basis van vooral de resultaten van Platteeuw & Beekman (1994), (zie Tabel 6), blijkt dat op 300 – 1000 m op open water nog effecten van verstoring worden waargenomen. De Zwarte Zee-eend blijkt bij helder weer al vluchtreacties te vertonen bij nadering op 2 km (Poot et al., 2007). Deze afstand geldt mogelijk ook voor andere relatief schuwe soorten, zoals de Topper *Aythya marila* en de IJseend *Clangula hyemalis*. Een soort als de Eider *Somateria mollissima* lijkt minder gevoelig te zijn. In Liverpool Bay was de Zwarte zee-eend in zeer lage dichtheden aanwezig of ontbrak geheel in gebieden waar verstoring door menselijke activiteiten (in de vorm van scheepvaartbewegingen) het hoogst was, zelfs wanneer in deze gebieden hoge prooidiervoorkomens aanwezig waren (Kaiser et al. 2006).
- Afstand tot concentraties rustende grondeleenden: uit de resultaten van Koepff & Dietrich (1986), Vos (1986) en Batten (1977), zie, blijkt dat rustende grondeleenden opvliegen op een afstand van 100-300 m. Uit een uitgebreide inventarisatie van Krijgsveld et al. (2008) blijkt dat de alertafstand (de geschatte afstand tot de verstoringbron waarop vogels alert worden) een factor 2,3 groter is dan de vluchtafstand (de gemiddelde gemeten afstand waarop vogels vluchten voor een verstoringbron). De meeste grondeleenden bevinden zich op een afstand van 0-500 m van de dijk of de kwelderwerken. De op de kaarten ingetekende zones rond de eilanden en vastelandskust hebben dan ook een breedte van 1000 m en omvatten daarmee zowel het gebied dat daadwerkelijk door de vogels wordt gebruikt als de veiligheidsmarge. De marge van 500 m geldt ook voor concentraties rustende Bergeenden buiten de ruitijd.
- Afstand tot groepen ruiende Bergeenden en Eiders: ruiende Bergeenden *Tadorna tadorna* zijn een kwetsbare groep waarvan bekend is dat ze op relatief grote afstanden kunnen worden verstoord. Dit hangt samen met het feit dat verschillende soorten ruiende eenden gedurende enkele weken slecht of in het geheel niet kunnen vliegen. Helaas zijn de afstanden waarop deze groepen worden verstoord tot dusver niet gekwantificeerd. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de locaties waar ruiende Eiders kunnen worden aangetroffen minder sterk vastliggen dan in het geval van de Bergeenden.

De uit de literatuur verkregen opvliegafstanden en alertafstanden zijn samengevat in Tabel 7.

Tabel 6 *Overzicht van de gemeten afstanden waarop vogels opvliegen, op basis van de literatuur die over dit onderwerp is verschenen in West Europa. De gegevens van Plateeuw & Beekman (1994) betreffen "kritische verstoringafstanden", afstanden waarop vogels alert gedrag beginnen te vertonen. In dit overzicht zijn alleen varende objecten die als verstoringbron optreden meegenomen, exclusief windsurfers en kite-surfers.*

Verstoringsbron	Soort	Locatie	Opvlieg-afstand (m)	Bron
Broedtijd				
Zeilboot	Fuut	Meer met recreatieverkeer	100	Batten 1977
Zeilboot	Kuifeend, Tafeleend	Meer met recreatieverkeer	230-450	Batten 1977
Roeiboot	Fuut	Meer zonder recreatieverkeer	8-150	Keller 1989
Roeiboot	Fuut	Meer met recreatieverkeer	0-20	Keller 1989
Roeiboot	Fuut	Meer met recreatieverkeer	0-10	Keller 1989
Buiten broedtijd				
Roeiboot	Bergeend, rustend	Jadebusen	220 ± 84	Koepff & Dietrich 1986
Roeiboot	Pijlstaart, rustend	Jadebusen	220 ± 84	Koepff & Dietrich 1986
Roeiboot	Smient, rustend	Jadebusen	230-300	Koepff & Dietrich 1986
Roeiboot	Meeuwen, rustend	Jadebusen	100-120	Koepff & Dietrich 1986
Zeilboot	Dodaars	Meer met recreatieverkeer	50 (weg-zwemmend)	Batten 1977
Zeilboot	Brilduiker	Meer met recreatieverkeer	300-400	Batten 1977
Zeilboot	Nonnetje	Meer met recreatieverkeer	100	Batten 1977
Zeilboot	Smient	Meer met recreatieverkeer	150	Batten 1977
Zeilboot	Wilde eend	Meer met recreatieverkeer	100	Batten 1977
Zeilboot	Wintertaling	Meer met recreatieverkeer	150	Batten 1977
Zeilboot	Brilduiker	Meer met recreatieverkeer	350-400	Hume 1976
Zeilboot, wind tegen	Aalscholver	Meer met recreatieverkeer	207 ± 50	Hübner & Putzer 1985
Zeilboot, wind tegen	Kuifeend, Tafeleend, Grote zaagbek	Meer met recreatieverkeer	286 ± 66	Putzer 1983
Zeilboot, wind mee	Aalscholver	Meer met recreatieverkeer	163 ± 53	Hübner & Putzer 1985
Zeilboot, wind mee	Kuifeend, Tafeleend, Grote zaagbek	Meer met recreatieverkeer	363 ± 70	Putzer 1983
Catamaran	Krakeend, Slobeend	Gooimeer	430	Vos 1986
Catamaran	Meerkoet, Slobeend, Tafeleend	Gooimeer	350	Vos 1986
Watersport	Krakeend, Slobeend, Kuifeend, Tafeleend	IJmeer	250	Henkens 1996
Baggerboot, geen mensen aan dek	Aalscholver	Meer met recreatieverkeer	25-75	Hübner & Putzer 1985
Baggerboot, mensen aan dek	Aalscholver	Meer met recreatieverkeer	181 ± 76	Hübner & Putzer 1985
Klein vissersbootje	Aalscholver	Meer met recreatieverkeer	203 ± 57	Hübner & Putzer 1985
Vissersboot, veerboot	Eider	Type schip regelmatig in gebied aanwezig	120	Lugert 1988
Snelle motorboot	Brilduiker	Type schip onregelmatig aanwezig	850	Lugert 1988
Snelle motorboot	Brilduiker	Meer met recreatieverkeer	550-700	Batten 1977
Snelle motorboot	Brilduiker	Meer met recreatieverkeer	700	Hume 1976
Motorboot	Roodkeelduiker	Voordelta	1000-1500	Poot et al. 2005
Motorboot	Tafeleend	Gooimeer	150	Vos 1986
Partyboot	Eider, rustend	Jadebusen	130 ± 60	Koepff & Dietrich 1986
Partyboot	Bergeend, rustend	Jadebusen	200 (n=1)	Koepff & Dietrich 1986
Partyboot	Aalscholver, rustend	Jadebusen	140 ± 40	Koepff & Dietrich 1986
Binnenvaartschip	Fuut	Ketelmeer, IJsselmeer	300	Platteeuw & Beekman 1994
Binnenvaartschip	Brilduiker	Ketelmeer, IJsselmeer	500-1000	Platteeuw & Beekman 1994
Binnenvaartschip	Grote zaagbek	Ketelmeer, IJsselmeer	300	Platteeuw & Beekman 1994
Binnenvaartschip	Kuifeend	Ketelmeer, IJsselmeer	400	Platteeuw & Beekman 1994
Binnenvaartschip	Tafeleend	Ketelmeer, IJsselmeer	300	Platteeuw & Beekman 1994
Binnenvaartschip	Topper	Ketelmeer, IJsselmeer	500	Platteeuw & Beekman 1994
Groot schip	Zwarte zee-eend	Noordzeekustzone	1500	Dirksen et al. 2005

Tabel 7 *Opvliegafstanden en afstanden waarop vogels beginnen alert gedrag te vertonen van verschillende groepen watervogels op groot open water. Voor bronvermelding van de gegevens zie Tabel 6. De alertafstand is gebruikt om de minimale afstand tot MZI's te bepalen. Enkele van deze alertafstanden zijn tot stand gekomen op basis van de factor 2,3 die is berekend door Krijgsveld et al. (2008). Deze waarden zijn gemarkeerd met een **

Vogelgroep	Soort	Opvliegafstand	Alertafstand
	Vogels op hoogwatervluchtplaatsen	ntb	500
	Vogels in broedgebieden	ntb	500
Steltlopers	Foeragerende steltlopers	200-300	500
Meeuwen	Foeragerende meeuwen	Spaans ntb	?
Duikers	Foeragerende en rustende Roodkeelduiker	1000-1500	3000-5000
Futen	Foeragerende en rustende Fuut	ntb	300
Aalscholvers	Rustende Aalscholver	150	350 *
Grondeleend	Rustende Wilde Eend	100	230 *
Grondeleend	Rustende Wintertaling	150	350 *
Grondeleend	Rustende Pijlstaart	ntb	350? *
Grondeleend	Rustende Smient	150	350 *
Grondeleend	Rustende Slobeend	150	350 *
Duikeend	Foeragerende en rustende Kuifeend	200	400
Duikeend	Foeragerende en rustende Tafeleend	150	300
Duikeend	Foeragerende en rustende Zaagbekken	150	300
Duikeend	Foeragerende en rustende Brilduiker	500-700	1400 *
Duikeend	Foeragerende en rustende Topper		500
	Rustende Bergeend	200	460 *
	Ruiende Bergeend		1500
Duikeend/zee-eend	Rustende Eider	130	300 *
Duikeend/zee-eend	Ruiende Eider		1500
Duikeend/zee-eend	Foeragerende/rustende Zwarte zee-eend	2000	4600 *

4.4.3 Positieve effecten van MZI

Uit waarnemingen vanuit de lucht in april 2009 is gebleken dat op de in het Marsdiep-Textelstroom aanwezige MZI's plaatselijk groepjes Aalscholvers, meeuwen en sterns rustten (Verdaat, mond. med.). Dit blijkt ook uit waarnemingen die zijn gerapporteerd in Kamermans et al. (2008). Deze MZI's worden hierbij waarschijnlijk gebruikt als uitvalsbasis voor het bezoek van foerageergebieden in de directe omgeving. Vooralsnog is niet bekend of MZI's ook worden gebruikt als foerageplaats voor schelpdieretende duikeenden. Tijdens de verkenning vanuit de lucht in april 2009 waren geen Eiders of andere duikeenden bij de MZI's aanwezig maar dat mag, op grond van het feit dat er dan nog geen schelpdieren op de invangstructuren (netten, touwen) van de MZI's aanwezig zijn ook niet worden verwacht. Wanneer op de MZI's gevallen mosselzaad voldoende grootte heeft gekregen zouden duikeenden zaad van de netten of touwen kunnen gaan eten. Dit is door MZI ondernemers geobserveerd. Ook is denkbaar dat duikeenden gaan foerageren op zaad of halfwas mosselen die vanaf de MZI's op de bodem zijn gevallen. Ook hierover zijn nog geen gegevens bekend. Volgens vogeltellers in de Oosterschelde is sprake van een toename van o.a. Meerkoet (tot 700 ex.) en Dodaars (tot 70 ex) rond hangcultures in de noordelijke tak van de Oosterschelde (bron: Peter Meininger, Rijkswaterstaat).

4.5 Effecten op zeehonden

In de Waddenzee en de Voordelta komen twee zeehondensoorten voor. Dit zijn de gewone zeehond en de grijze zeehond. Beide soorten verschillen wat betreft de periode in het jaar waarin de effecten van verstoring het meest direct de overleving van de dieren kan beïnvloeden. De Gewone zeehonden werpen en zogen hun jongen van mei tot juli en verharen in augustus. Gedurende beide periodes blijkt het noodzakelijk voor de dieren om op de kant te kunnen liggen. De overleving van de jongen is hier zelfs afhankelijk van omdat ze alleen aan land zogen. Beide vallen in de periode dat de MZI's in het water liggen (april tot en met oktober). De Grijze zeehond daarentegen

heeft een zeer geringe overlap van zijn gevoelige periode met de MZI periode. De zoogperiode van deze soort valt in november tot januari en de verhaarperiode van maart tot en met april. Buiten deze periodes is voor beide soorten de mogelijkheid om aan de kant te komen ook essentieel (Brasseur & Reijnders 1994), hoewel er geen onderzoek is gedaan op de lange termijn naar de effecten op overleving bij onthouding, of beperking er van.

Zeehonden kunnen verstrikt raken in netten en touwen die zich in de waterkolom bevinden. MZI systemen zijn daarom een potentieel gevaar voor zeehonden. Het gebruik van afdichting om te voorkomen dat zeezoogdieren zich binnen constructies kunnen begeven is verplicht in combinatie met de plicht om eventuele slachtoffers onder zeehonden te melden. De aanwezigheid van MZI-systemen heeft vooralsnog geen observaties van negatieve effecten voor zeehonden opgeleverd (Kamermans et al, 2008). Dit geldt voor alle drie de typen MZI-systemen (1) buizen of boeien met verticaal touwen of netten, (2) palen met horizontaal touwen of netten en (3) kooiconstructies met touwen of netten die op de bodem zijn geplaatst). Zenderproeven lieten zien dat overlap kan zijn tussen de zeehonden en de MZI-locatie (Kamermans et al, 2008).

Er wordt vanuit gegaan dat de interactie tussen MZI's en zeehonden betrekking heeft op de activiteiten gekoppeld aan de MZI's (vaarbewegingen, installatie, oogsten, onderhoud en reparatiewerkzaamheden en verwijdering) en niet vanuit de aanwezigheid als zodanig. De werkzaamheden rond MZI die een mogelijke verstoringbron zijn beschreven in paragraaf 3.2. Dit zijn voor zeehonden dezelfde werkzaamheden rond MZI die een mogelijke verstoringbron voor vogels. Deze werkzaamheden en verstoringbronnen zijn beschreven in Hoofdstuk 3. Het gaat om de verstoring door silhouetwerking van schepen, bootjes en mensen, bovenwatergeluid en onderwatergeluid.

Effecten van MZI's en de werkzaamheden daar omheen op zeehonden zijn nog niet gericht onderzocht. Het is dus niet mogelijk kwantitatieve uitspraken te doen over verstoring, invloed op ligplaatskeuze, gebruik van foerageergebied of verdringing naar meer rustige ligplaatsen voor het werpen en zogen van jongen. Temeer omdat niet duidelijk op welke schaal dit zich zal afspelen. Echter het mag duidelijk zijn dat uit onderzoek naar recreatie men duidelijk kan stellen dat verstoring, het gedrag van de dieren beïnvloed en zelfs de overleving van de jongen kan beïnvloeden (S. Brasseur, pers. meded.)

Bij de zeehonden is het wellicht noodzakelijk onderscheid te maken tussen verstoring van dieren wanneer ze op het land zijn en dieren in het water. In de directe reactie lijken er verschillen te zijn en bovendien heeft men bij dieren aan land de mogelijkheid ze te observeren terwijl er onderwater zeer weinig onderzoek naar verstoring is gedaan. Één van de onderzoeken die wel enig beeld geeft van de reactie in het water is een onderzoek naar toename van recreatievaart tijdens hoogwater in de Oosterschelde (Reijnders et al 2000 en Brasseur & Reijnders, 2001). Intensiever gebruik van het gebied door scheepvaart kunnen het gebied minder aantrekkelijk maken voor zeehonden, zelfs wanneer deze toename alleen met hoogwater plaatsvindt, zoals aangetoond voor een geul in de Oosterschelde voor recreatievaart. De ligplaatsen werden hier beduidend minder gebruikt als schepen toegestaan werd op ongeveer 1 km langs die plaatsen te varen met hoogwater.

Er is wel onderzoek verricht naar verstoringafstanden van verschillende typen (kleinere) schepen en recreanten (Brasseur & Reijnders 1994). Deze studie was specifiek en alleen gericht op de recreatievaart. De reactie van zeehonden op respectievelijk wandelaars, een kano, een zodiak (max. 25pk), een motorkruiser (max. 150pk) en een zeilboot (ong. 10m), werd gemeten. De reactie op de verschillende bronnen werd uitgedrukt als toegenomen alertheid, vlucht in het water en herstel (terug keren op de platen). De afstand tussen de zeehonden en de verstoringbronnen werden bepaald bij het meten van de reactie. In het kort kan men onder andere concluderen uit dit werk dat grotere luidruchtigere bronnen (zoals motorboten) op een grotere afstand verstoring veroorzaken dan kleinere en stille bronnen (zoals kano's). Daarnaast bleek herstel na verstoring (waarbij de dieren vluchten) is erg laag, en afhankelijk van de duur van het verblijf van de verstoringbron. Dit onderzoek is een belangrijk uitgangspunt geweest bij vergunningverlening en het vaststellen van de begrenzing van beschermde gebieden (LNV, 2009a). Ten behoeve van het reguleren van recreatie vaart in de Nederlandse Waddenzee een afstand van

1500 m als veilige marge beschouwd, zoals blijkt uit de Leidraad artikel 20 Nb-wet 1998 waar de 1500 meter als verstoringgrens wordt gehanteerd (LNV, 2009a).

De criteria voor de aanwijzing van de artikel 20 gebieden zijn niet bruikbaar voor de effectschatting bij de keuze van de gebieden als locaties voor MZI. Het is mogelijk dat de verstoringafstanden groter kunnen zijn indien er met grotere en meer luidruchtige schepen wordt gevaren dan recreatievaartuigen. Ook geldt de frequentie waarmee het gebied bezocht als relevante variabele. Dit blijkt onder meer uit een studie die voor de Westerschelde is uitgevoerd, waar verstoringafstanden variëren tot 1000 m voor de verschillende typen vaarbewegingen die zich aldaar voordoen (Meininger et al., 2003). Dit gebied wordt echter gekenmerkt door een zeer zwakke zeehondenkolonie die niet in staat is zich te handhaven zonder de aanvoer van dieren uit de Waddenzee en andere gebieden (Brasseur & Reijnders 2001).

De volgende criteria worden gebruikt:

- Afstand tussen de voorgenomen MZI –locatie en meest nabijgelegen zeehondenligplaats
- Inschatting van de extra verstoring door MZI ten opzichte van het huidige menselijk gebruik.
- Afstand tussen voor MZI activiteiten gebruikte schepen en de zeehondenligplaatsen op de vaarroute tussen haven en MZI locatie.
- Relatieve belang van de ligplaats in het gebied.
- Belang van het gebied als foerageergebied
- Belang van het gebied als zwemroute tussen de ligplaats en de Noordzee

4.6 Ontstaan van zwerfvuil en contaminatie

4.6.1 Zwerfvuilproblematiek

Tot een aantal jaren geleden was de aandacht en kennis in zwerfvuilproblematiek vooral gericht op de milieu effecten van grotere vormen van plastic zwerfvuil. Zeezoogdieren, zeeschildpadden, vogels maar ook vissen en andere waterorganismen raken in dergelijk afval verstrikt, of beschouwen het ten onrechte als voedsel en eten het op. Plastic in de magen kan tot een directe hongerdood leiden of indirect de lichaamsconditie doen afnemen die overlevingskansen of voorplantingssucces negatief beïnvloedt via een combinatie van ‘mechanische effecten’ en uit plastic lekkende chemische vervuiling. Het OSPAR monitoring systeem van Ecologische Kwaliteitsdoelstellingen in de Noordzee gebruikt voor wat betreft zwerfvuil de hoeveelheid plastic in magen van Noordse Stormvogels uit de Noordzee als graadmeter om trends te volgen en beleidsdoelstellingen te formuleren. De ernst van de zwerfvuil problematiek wordt duidelijk uit de wetenschap dat momenteel ca 95% van de Noordse Stormvogels uit de Noordzee plastic in de maag meedraagt, gemiddeld zo’n 30 stukjes en 0.3 gram (van Franeker et al. 2008, 2009).

In recente jaren is een snelle ontwikkeling gaande die zich richt op het feit dat plastics opbreken in steeds kleinere fragmenten die niet meer direct zichtbaar zijn, maar nog wel steeds de milieueffecten van plastics bepalen (Thompson et al., 2009). De kleinere microplastics kunnen worden opgenomen door filterende organismen die veelal een rol hebben aan de basis van mariene voedselketens. Daarbij is vooral belangrijk dat onderzoek aantoont dat plastics, ook dergelijke microplastics, niet alleen vol “ingebouwde” toxische stoffen zitten, maar daarnaast in het zeewater als een soort spons fungeren waaraan organische verontreinigingen uit het water zich bij voorkeur hechten (DDT derivaten, PCB’s en moderne verwanten). Als dergelijke plastics het maag-darm systeem passeren, kunnen deze stoffen door het organisme worden opgenomen. Dus zelfs al zouden (micro)plastics zonder evidente mechanische effecten het maag-darm kanaal van consumerende dieren passeren, dan nog zijn chemisch toxische gevolgen potentieel ernstig (Thompson et al., 2009). De bezorgdheid hierover is versterkt door ontdekking van de zogenaamde ‘Great Garbage Patch’ in de Stille Oceaan, waarin naast het grofvuil sprake is van een ‘Plastic Soep’ van in het water zwevende microplastics. Het bewustzijn dat dit een niet opruimbare en zeer langdurige bedreiging vormt voor mariene voedselketens, benadrukt het belang van het voorkomen van verdere instroom van plastic afval in het zeemilieu.

4.6.2 Zwerfvuil van MZI's

MZI installaties maken gebruik van een breed scala aan boeien, ankersystemen, buisconstructies, bevestigingsmaterialen, touwen en netten. Door externe omstandigheden zoals stormen, maar zeker ook door operationele werkzaamheden, raken materialen of delen daarvan soms los van het systeem en komen dan in het ecosysteem terecht. Veelal gaat het daarbij om kunststof onderdelen die een leven als zwerfvuil tegemoet gaan. Direct zichtbaar is het verlies van complete elementen die verloren gaan, zoals drijvers, stukken touw, net of buis. Zulk kunststof zwerfvuil blijft zeer lang in stand, en breekt uiteindelijk alleen maar op in steeds kleinere fragmenten.

Naast het 'grof' vuil van MZI's dat bij incidenten of operationele situaties verloren kan gaan, is de snelle ontwikkeling van grootschalige MZI's van extra zorg omdat inherent aan de gebruikte technieken veel micro-zwerfvuil ontstaat. Het mosselzaad hecht aan 'rafelige' elementen van i.h.a. kunststof touwen of netten en wordt bij de oogst daarvan afgeborsteld of geschraapt. Onvermijdelijk levert deze methodiek een belangrijke stroom aan micro-elementen van het gebruikte grondmateriaal die in het milieu verloren gaan, met de hierboven besproken milieurisico's in het geval van kunststof materiaal.

Hoewel er geen specifieke aanwijzingen zijn dat (macro) zwerfvuil van MZI-systemen op dit moment ernstige problemen voor vogels of zeezoogdieren oplevert (Kamermans & Smaal, 2009), zou het onterecht zijn daarmee het zwerfvuil risico van MZI's over de hele breedte af te doen als irrelevant.

De problematiek van incidentele of operationele macro-verontreiniging kan worden verminderd door het verkiezen van elders reeds toegepaste en beproefde (ondersteund met onderzoek) materialen, technische constructies en werkprocedures, welke geschikt zijn bevonden voor toepassing in het mariene milieu. Materialen constructies en procedures kunnen steeds verder worden ontwikkeld met het oog op het terugdringen van materiaal verlies.

Voor het probleem van micro-elementen die onvermijdelijk vrijkomen bij het afborstelen van kunststof netten en touwen is vermoedelijk geen directe oplossing. Gezien de snel groeiende zorgen omtrent de rol van microplastics in het zeemilieu, lijkt het voor de sector toch uiterst dringend om op zoek te gaan naar basismaterialen die bij fragmentering in het zeewater aantoonbaar snel afbreken en over hun hele levensduur onschadelijk zijn.

Een afzonderlijk (niet zozeer zwerfvuil) probleem is dat er ook in MZI's veelvuldig gebruik wordt gemaakt van loodlijn om netten en/of touwen verticaal in de waterkolom te houden. Bij slijtage of verloren gaan van het materiaal kan daardoor loodverontreiniging een risico vormen. Er zijn wat dit betreft geen kwantitatieve gegevens beschikbaar voor onderhavige gebieden (Waddenzee, Voordelta, Oosterschelde). Een analyse van de effecten van zwerfvuil per MZI locatie kan daarom niet verder worden uitgevoerd.

5 Ecologische analyse voor de Waddenzee

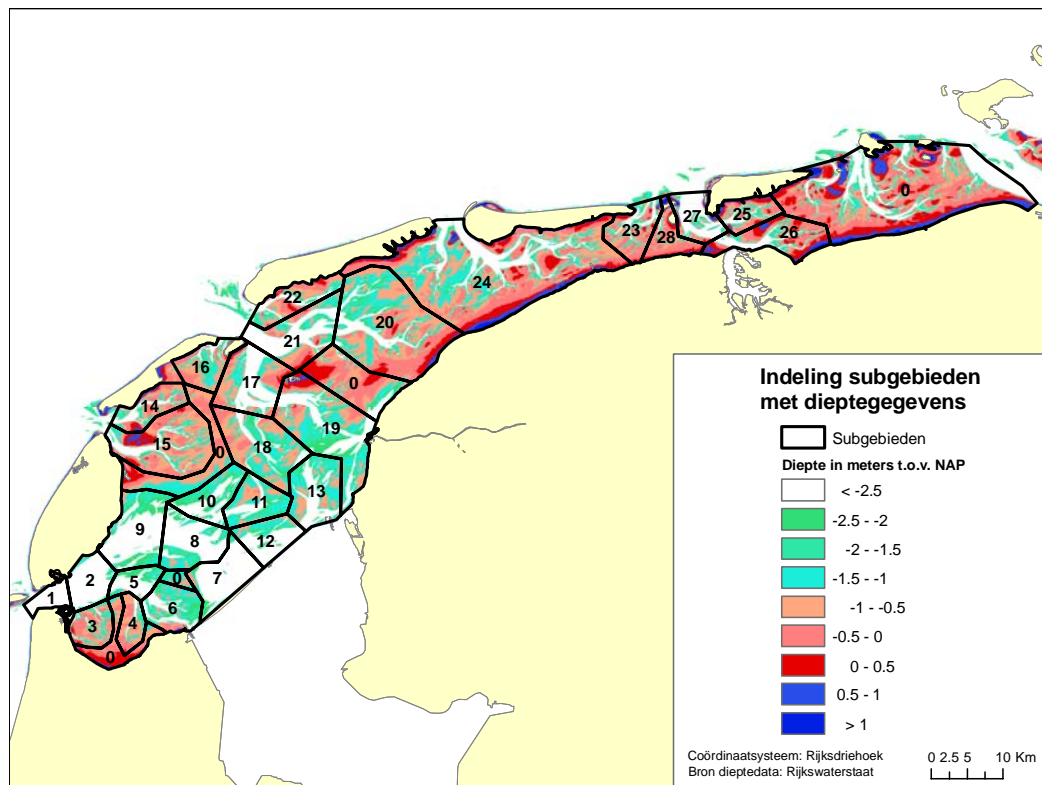
5.1 Draagkracht

Voor de Waddenzee is een indeling gemaakt zoals in sectie 4.2.3 is aangegeven. Voor de verschillende geulenstelsels is een subindeling aangegeven op basis van de loop van die geulen. De berekeningen voor gebiedsinhoud, differentieel getijvolume (zie sectie 3.2.1), chlorofyl-gehalte, etc. zijn daarmee indicatief van aard. Op basis hiervan is een rangorde vastgesteld van meer -> minder effect van MZI's op de draagkracht. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 8 en Figuur 6. Hierbij moet bedacht worden wat de betekenis van de score is: het wil niet zeggen dat ter plekke niet een goede groei van MZI-mossels gerealiseerd kan worden, maar wel dat een lagere score een kleinere capaciteit voor MZI-installaties inhoudt.

De geschiktheid van de gebieden zoals ingekleurd in Figuur 6 betreft de geulen in dat gebied; er is géén verhouding aan te geven tussen de verschillende scores van de gebieden (in de trant van: "een A-gebied is 2 maal zo goed als een B-gebied").

De belangrijkste uitkomst is dat de Texelstroom (compartimenten 1, 2 en 9) en het Zeegat van het Vlie (compartiment 21) het meest geschikt lijken. Naarmate de gebieden meer binnen in een kom liggen daalt het waarderingscijfer. Voor gebied 22 is er sprake van een onderschatting omdat het achterland hier relatief zwaar meetelt.

Wat betreft de Zoutkamperlaag: volgens de rangordelijst krijgt het Zeegat een C-waardering. Gebaseerd op de wateruitwisseling zou het gebied nog wat lager scores, maar omdat er vrij hoge chlorofylgehaltenes voorkomen levert dat een wat hogere waardering op. Meer binnenwaarts is de wateruitwisseling nog lager en krijgt het gebied een D-score.



Figuur 5 Indeling van de Waddenzee in een aantal subgebieden inclusief in de bijhorende geulenstelsels.

Tabel 8 Overzicht van kwalitatieve MZI-scores voor elk geulcompartiment (volgens Figuur 5)

Com	Chla gemid zomer	Chla gemid jaar	Volume	Differentieel volume	Volume achterland	Rang Vol AL	Differentieel Achterland	Rang Diff AL	Som beide rang	Rang Van som	Rang chla	Som totaal	Score
	(µg/L)	(µg/L)	(miljoen m3)	(miljoen m3)	(miljard m3)		(miljard m3)						
1	10,0	7,0	376	28,2	2,97	1	1,02	1	1	1	3	4	A
2	10,0	7,0	438	61,9	2,60	2	0,99	2	2	2	3	5	A
3	10,0	8,0	32	50,9	0,032	25	0,050	27	26	25	3	28	E
4	11,0	8,0	25,2	38,2	0,025	27	0,038	28	27,5	28	2,9	30,9	E
5	11,0	9,0	120	39,8	0,23	13	0,15	14	13,5	13	2,9	15,9	D
6	13,0	9,0	88,5	72,4	0,088	19	0,072	19	19	18	2,6	20,6	D
7	14,0	10,0	217	89,2	0,75	6	0,36	8	7	6	2,5	8,5	B
8	11,0	7,0	411	98,3	1,37	4	0,60	5	4,5	5	2,9	7,9	B
9	10,0	7,0	527	125	1,90	3	0,72	4	3,5	3	3	6	A
10	10,0	8,0	108	70,4	0,207	14	0,14	15	14,5	14	3	17	D
11	13,0	8,0	99,1	70,9	0,099	18	0,071	21	19,5	19	2,6	21,6	D
12	18,0	15,0	193	66,8	0,36	9	0,17	12	10,5	9	2	11	C
13	18,0	17,0	170	103	0,17	15	0,10	17	16	16	2	18	D
14	10,0	8,0	57,1	62,9	0,057	22	0,063	24	23	23	3	26	E
15	10,0	8,0	132	161	0,13	17	0,16	13	15	15	3	18	D
16	12,0	10,0	44,7	65,6	0,044	24	0,065	23	23,5	24	2,8	26,8	E
17	12,0	10,0	305	117	0,72	7	0,46	7	7	6	2,8	8,8	B
18	17,0	14,0	145	140	0,14	16	0,14	16	16	16	2,3	18,3	D
19	19,0	14,0	270	206	0,27	10	0,20	11	10,5	9	2	11	C
20	19,0	14,0	238	287	0,23	12	0,28	9	10,5	9	2	11	C
21	10,0	8,0	424	123	0,95	5	0,75	3	4	4	3	7	A
22	10,0	9,0	86,8	71,0	0,086	20	0,071	20	20	21	3	24	E*)
23	16,0	15,0	55,7	70,0	0,055	23	0,070	22	22,5	22	2,4	24,4	E
24	21,0	15,0	483	519	0,48	8	0,52	6	7	6	1	7	A
25	18,0	13,0	29,2	51,7	0,029	26	0,052	26	26	25	2	27	E
26	18,0	12,0	75,1	99,3	0,075	21	0,099	18	19,5	19	2	21	D
27	16,0	12,0	157	60,8	0,26	11	0,26	10	10,5	9	2,4	11,4	C
28	16,0	13,0	6,6	51,9	0,006	28	0,052	25	26,5	27	2,4	29,4	E

Com = compartimentnummer, zie Figuur 5 en Tabel 8

Chla gemid zomer = gemiddeld chl-a gehalte ($\mu\text{g/L}$) in de zomermaanden april-september, gebaseerd op trendanalyses (Brinkman, 2008), Waarden voor ongeveer de periode 2000-nu

Chla gemid jaar = gemiddeld chl-a gehalte ($\mu\text{g/L}$) over alle maanden, gebaseerd op trendanalyses (Brinkman, 2008), Waarden voor ongeveer de periode 2000-nu

Opp m2 = oppervlakte van compartiment (m^2)

Volume = getijdengemiddelde inhoud van compartiment (m^3), Dit is gebruikt om het volume van het achterland te berekenen,

Differentieel volume = oppervlak * getijdenverschil (=1,6 m), Dit is gebruikt om het differentiële volume van het achterland te berekenen,

Volume achterland = som van compartimentvolume plus het volume van ál de meer binnenwaarts gelegen compartimenten

Rang vol AL = rangorde volumina achterland, grootste achterlandvolume =1, kleinste = 28

Differentieel achterland = som van differentieel volume van compartiment plus het differentieel volume van ál de meer binnenwaarts gelegen compartimenten

Rang diff AL = rangorde differentiële volumina achterland, grootste diff,volume =1, kleinste = 28

Som beide rang = (rang vol AL + rang diff AL)/2

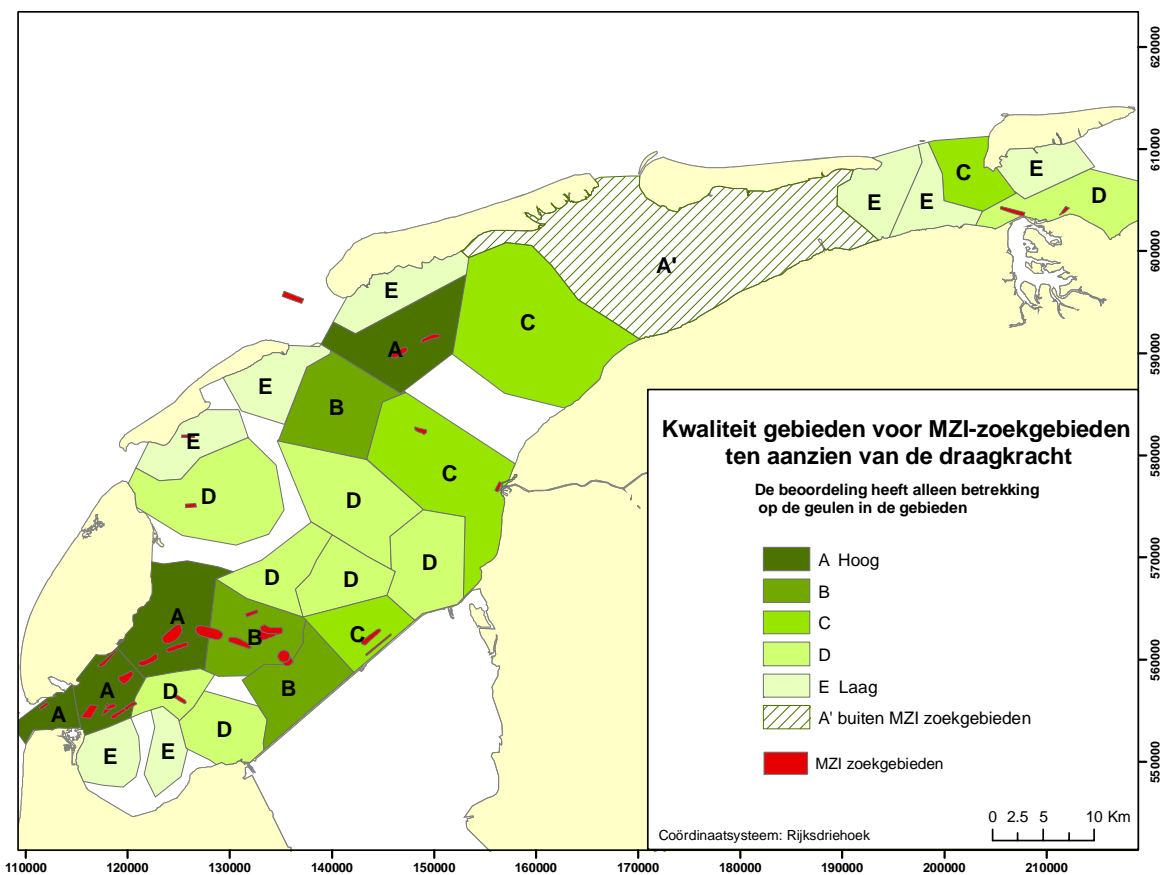
Rang van som = rangorde van de som, kleinste =1, grootste =28

Rang chla = rangorde chla-gehaltenes (zomer+jaargemiddelden samengenomen), 1= hoogste gehaltenes, 3= laagste gehaltenes,

Som totaal = totale waardering, laagste waarde is hoogste waardering voor MZI-geschiktheid,

Score = eindwaardering (A=best, E= minst goed), Het is een kwalitatieve waardering, die na nader onderzoek meer kwantitatief gemaakt moet worden,

***) de score voor gebied 22 is lager dan voor reëel gehouden wordt en een gevolg van de toekenning van het achterland aan gebied 21,**



Figuur 6 Kwalitatieve analyse van de geschiktheid van geulenstelsels in de Waddenzee voor MZI's, volgens de criteria zoals in Tabel 8 zijn weergegeven. Een hoge score geeft aan dat er volgens deze kwalificatie in de betreffende geulen relatief veel MZI's geplaatst zouden kunnen worden, een lage score geeft aan dat het juist weinig zin heeft substantiële MZI-uitbreiding in die geulenstelsels te realiseren. Een lage score wil dus niét zeggen dat de groei van MZI-mosselen slecht zal zijn, maar wel dat bij MZI-uitbreiding de grenzen van de draagkracht het snelst bereikt zullen zijn. De score voor gebied 22, vlak ten zuiden van Terschelling, is lager dan reëel gevonden wordt; een gevolg van de toekenning van het achterland aan gebied 21 (dat hier de score A gekregen heeft). Het Borndiep (tussen Ameland en Terschelling) krijgt volgens de scoretabel een hoge waardering, maar is géén zoekgebied, en daarom gearceerd weergegeven. De MZI-zoekgebieden (rood) plus de uitbreidingen (groen-gearceerd) zijn tevens aangegeven.

Tabel 9 *Relatieve waarde van de draagkracht van het geulenstelsel waar de MZI zoeklocatie in ligt. De score geeft niet aan of in een gebied een goede of slechte groei van MZI-mossels gerealiseerd wordt, maar wel of er veel of weinig MZI's gerealiseerd zouden kunnen worden bij een gelijk effect op het lokale ecosysteem.*

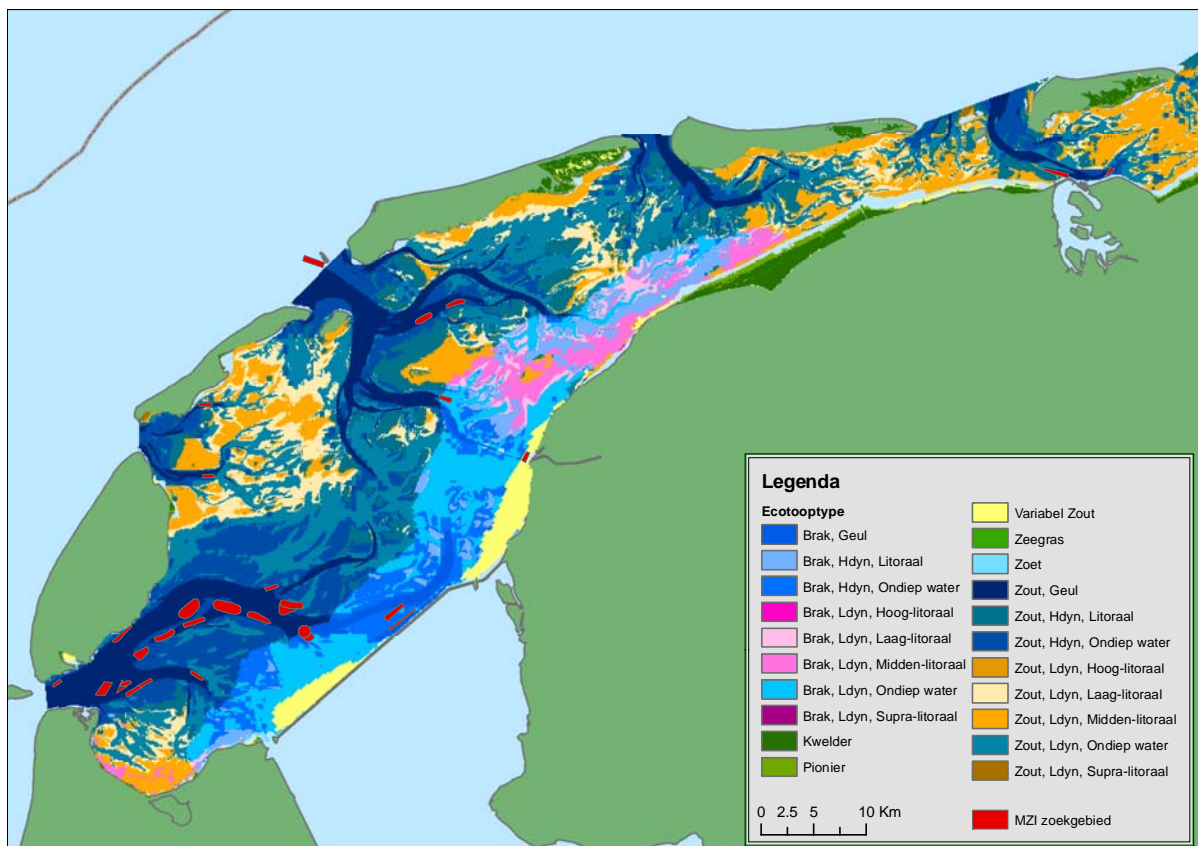
Legenda:

A	relatief veel ruimte voor MZI
B	geringe beperking in ruimte voor MZI
C	beperkingen in ruimte voor MZI
D/E	relatief weinig ruimte voor MZI

Locatiecode nieuw	Locatiennaam	Draagkracht
Marsdiep / Texelstroom		
A	Marsdiep - De Hors	A
B	Malzwin west	A
C	Malzwin (uitgebreid)	A
D	Zuidwal	A
E	Visjagersgaatje	D
F	Oudeschild	A
G	Texelstroom – Bollen	A
H	Bollen Noord	A
I	Scheer	A
J	Burgzand	A
K	Vogelzand	A/B
L	Nesserzand	B
M	Scheurrak	B
N	Gat van Stompe	B
O	Vlieter	B
P	Doove Balg	C
Q	Afsluitdijk	C
Eierlandse Gat		
R	Eierlandse Gat - Vliehors	E
S	Eierlandse Gat- Vogelzwin	D
Zeegat van 't Vlie / Vliestroom		
T	Engelse Hoek	A
U	Westmeep	A
V	Zuidmeep	A
W	Griend	C
X	Harlingen	C
Oostelijke Waddenzee / Friese Gat		
Y	Zoutkamperlaag	D
Z	Oort	D

5.2 Effecten op bodem

In 3.2.2 is aangegeven dat effecten op de bodem en de daar voorkomende organismen vooral veroorzaakt worden als grote hoeveelheden organisch rijk sediment accumuleren. Die kans is het grootst in de minder dynamische diepe delen en het kleinst in ondiepe dynamische gebieden. Waar de verschillende “habitats” (de ZES-ecotooptypen), die op basis van deze criteria gedefinieerd zijn, precies liggen is redelijk goed bekend voor de Waddenzee en Oosterschelde (Bouma et al. 2005); zie Figuur 7. Bij de beoordeling van effecten, maar vooral de daarvan afgeleide gradatie in effecten, is alleen van deze kartering gebruik gemaakt.



Figuur 7 Ecotooptypekaart van de Waddenzee (Naar Bouma et al. 2005, ZES ecotopen stelsel) en de MZI locaties

In de Waddenzee liggen de potentiële gebieden vrijwel allemaal in of aan de randen van de grotere geulen. Deze gebieden worden gerekend tot het ondiepe dynamische sublitoraal. Enkele plekken liggen in de iets minder dynamische delen. Sedimenterend materiaal zal voor een deel onder de MZI's blijven liggen maar in alle gebieden is sprake van redelijk grote bodemtransporten zodat verwacht mag worden dat het merendeel van het materiaal naar binnen getransporteerd zal worden. Af en toe treedt op geulbodems transport naar buiten op. Dit speelt vooral direct na stormen met verhoogde waterstanden (Dankers et al. 1984). Welk proces zal overheersen is niet te voorspellen. Wellicht dat hierover, en over eventuele permanente ophoping, uitspraken gedaan kunnen worden na de metingen die uitgevoerd worden in het kader van lopend MZI onderzoek en tijdens de stapsgewijze uitbreiding.

Met de huidige kennis is het niet mogelijk en onderscheid te maken tussen de grootte van de effecten op de verschillende locaties, maar is volstaan met een relatieve score op basis van het ecotooptype (zie Tabel 10).

Tabel 10 De ZES-ecotooptypen van de MZH-locaties in de Waddenzee en de kwetsbaarheid voor bodemeffecten, aangegeven met een relatieve score.

Legenda:

A	geen effect verwacht
B	gering effect mogelijk
C	matig effect mogelijk
D	groot effect mogelijk

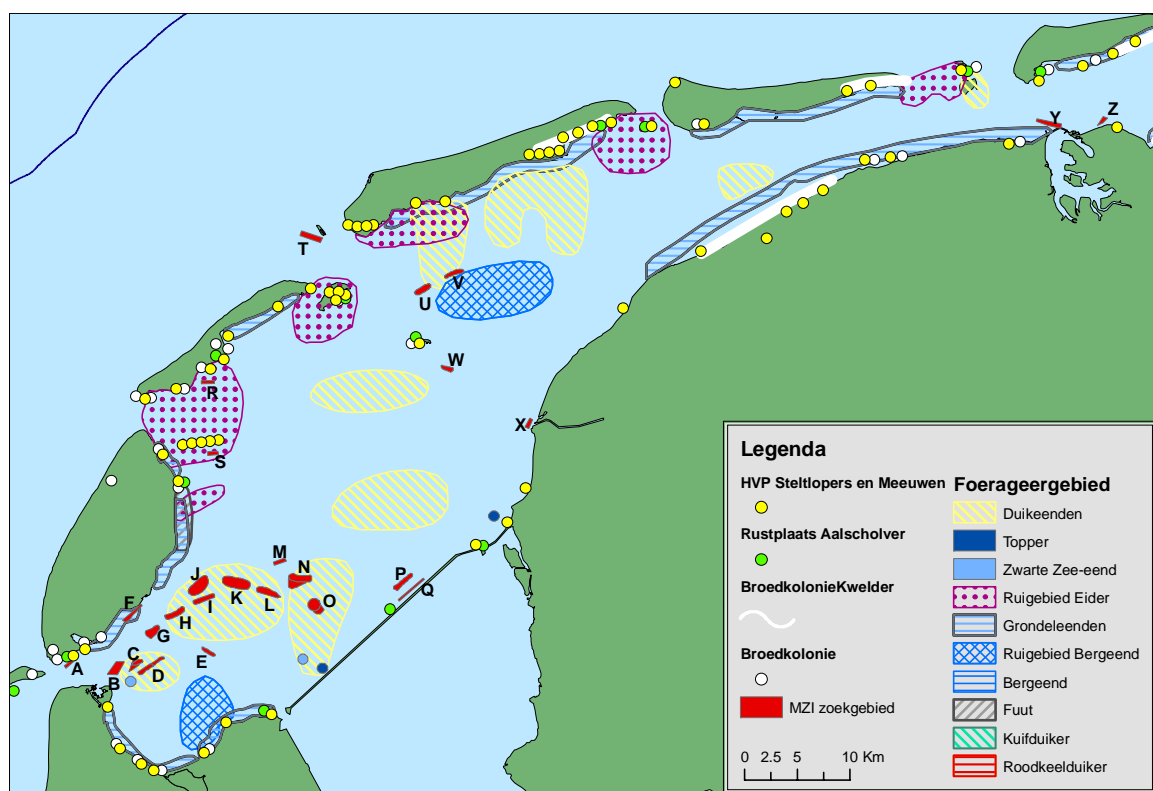
Locatiecode nieuw	Locatiennaam	ZES Ecotooptype	Bodem
Marsdiep / Texelstroom			
A	Marsdiep - De Hors	Zout, geul	A
B	Malzwin west	Zout, geul	A
C	Malzwin (uitgebreid)	Zout, geul	A
D	Zuidwal	Zout, geul	A
E	Visjagersgaatje	Zout, geul	A
F	Oudeschild	Zout, geul	A
G	Texelstroom – Bollen	Zout, geul	A
H	Bollen Noord	Zout, geul	A
I	Scheer	Zout, geul	A
J	Burgzand	Zout, geul	A
K	Vogelzand	Zout, geul/zout, hoogdynamisch ondiep water	A
L	Nesserzand		A
M	Scheurrak		A
N	Gat van Stompe	Zout, geul/ zout, laagdynamisch, ondiep water	B
O	Vlieter	Brak, geul/zout, geul/Brak, hoogdynamisch, ondiep water/	A
P	Doove Balg	Brak, hoogdynamisch, ondiep water/brak, geul	A
Q	Afsluitdijk	Zout, geul	A
Eierlandse Gat			
R	Eierlandse Gat - Vliehors	Zout, geul	A
S	Eierlandse Gat- Vogelzwin	Zout, hoogdynamisch, ondiep water/zout, geul	A
Zeegat van 't Vlie / Vliestroom			
T	Engelse Hoek	Zout, geul	A
U	Westmeep	Zout, geul	A
V	Zuidmeep	Zout, geul/ zout, hoogdynamisch, ondiep water	A
W	Griend	Brak, laagdynamisch, ondiep water/brak, geul	B
X	Harlingen	Variabel zout	B
Oostelijke Waddenzee / Friese Gat			
Y	Zoutkamperlaag	Zout, hoogdynamisch, litoraal/ zout, laagdynamisch, ondiep water	B
Z	Zoutkamperlaag oost	Zout, hoogdynamisch, litoraal/ zout, laagdynamisch, ondiep water	B

5.3 Effecten op vogels

5.3.1 Vogelconcentraties

Voor de Waddenzee zijn de locaties van de hoogwatervluchtplaatsen ontleend aan de Ecologische Atlas Waddenzee (Dankers et al. 2007), de locaties van de broedkolonies aan expert judgement van de samensteller van dit hoofdstuk. De locaties van de rustplaatsen van Aalscholvers zijn gebaseerd op Leopold et al. (1998), gelet

op de sterke toename van de populatieomvang aangevuld met recentere informatie uit Van Roomen et al. (2007). Informatie over de ruigebieden van Bergeenden is afkomstig van Kraan et al. (2006) en van eigen waarnemingen (CS) op het Balgzand. Gegevens over het voorkomen van duikeenden (vooral Eiders, Toppers en een klein aantal Zwarte zee-eenden) zijn gebaseerd op inventarisaties vanuit de lucht die in november en december 2008 en februari 2009 werden uitgevoerd door IMARES (De Jong et al. in prep.). Informatie over de aanwezigheid van groepen grondeleenden en Rotganzen, die ter plaatse de dag doorbrengen op open water en 's nachts de kwelder of binnendijkse gebieden optrekken, wordt niet systematisch verzameld. Uit eigen waarnemingen (CS), zowel vanaf de waddendijk van verschillende eilanden en op basis van waarnemingen tijdens recente tellingen vanuit vliegtuigen, blijkt dat deze gordel met vogels zich in sommige gevallen uitstrekt tot over 1-2 km vanuit de kust en dat deze concentraties vogels in de herfst, winter en het vroege voorjaar (voor Rotganzen t/m de tweede helft van mei) aanwezig zijn. Op basis van de redenering die is weergegeven in Hoofdstuk 4.4.2 van dit rapport wordt voor grondeleenden en Rotganzen een strook met een breedte van 1 km op de kaart weergegeven. Aanvullend onderzoek moet duidelijk maken of deze gebieden terecht op deze plaatsen zijn ingetekend. De concentratiegebieden voor de genoemde categorieën vogels zijn alle weergegeven in Figuur 8. De verstoringsafstanden maken daarbij onderdeel uit van de ingetekende gebieden. In deze figuur zijn binnendijks gelegen broedplaatsen en hoogwatervluchtplaatsen niet ingetekend omdat ervan wordt uitgegaan dat activiteiten rond MZI's geen effect op deze binnendijks gelegen locaties zullen hebben.



Figuur 8 Verspreiding van MZI zoekgebieden en vogels in de Waddenzee. '.

5.3.2 Effecten op vogels

De analyse van de effecten van MZI's per locatie is weergegeven in Tabel 11.

Tabel 11 *Ordering van MZI locaties in de Waddenzee op basis van de mate van mogelijke verstoringseffecten op vogels (zie onderstaand de betekenis van de kleuren)*

A	geen effect verwacht
B	gering effect mogelijk
C	matig effect mogelijk
D	groot effect mogelijk

Locatiecode nieuw	Locatiennaam	Effectbeoordeling voor vogels	Effect score
Marsdiep / Texelstroom			
A	Marsdiep - De Hors	Ligt buiten de concentratiegebieden van duikeenden en grondeleenden. Het oostelijk deel van de Hors is de laatste jaren steeds belangrijker geworden als hoogwatervluchtplaats van vogels die foerageren op het Balgzand. In sommige jaren zijn randen van de Hors belangrijk als broedplaats van de zeldzame Dwergstern (vestiging vanaf begin mei). Wanneer MZI's dicht tegen de rand van de Hors worden aangelegd kan een matig effect optreden, bij afstanden van enkele honderden meters een gering effect.	B
B	Malzwin west	Ligt in een gebied waar in de winter grote aantallen Eiders en een beperkt aantal Zwarte zee-eenden aanwezig zijn. Uit tellingen vanaf schepen in de Vlieter/Zwin, Westkom en langs de Texelse Oostkaap (Braaksma 1997) is gebleken dat de grootste aantallen Eiders in dit deel van de Waddenzee aanwezig zijn in de maanden oktober t/m maart. Locatie A-B is gelegen op grotere afstand van hoogwatervluchtplaatsen en broedgebieden en ligt op zodanige afstand van een belangrijk foerageergebied voor steltlopers dat op basis van dit criterium geen effecten mogen worden verwacht. De locatie sluit aan op een bestaand MZI-complex. Op basis hiervan en de beperkte gevoeligheid van Eiders wordt het effect ingeschat als gering.	B
C	Malzwin (uitgebreid)	Idem als bij B	B
D	Zuidwal	Idem als bij B	B
E	Visjagersgaatje	Ligt buiten concentratiegebieden van duikeenden, niet in de omgeving van hoogwatervluchtplaatsen, broedgebieden etc. Ruigebied van Bergeenden in de omgeving maar gelet op de afstand wordt geen effect op vogels verwacht.	A
F	Oudeschild	Ligt buiten concentratiegebieden van duikeenden, niet in de omgeving van hoogwatervluchtplaatsen en broedgebieden maar wel nabij een concentratiegebied van grondeleenden. Deze zijn aanwezig in de maanden september t/m april (Hustings et al. 2008). Op basis hiervan ingeschat als gering tot matig effect.	B
G	Texelstroom – Bollen	Ligt buiten de concentratiegebieden van duikeenden, niet in de omgeving van hoogwatervluchtplaatsen, broedgebieden etc. Op basis hiervan ingeschat als geen effect op vogels.	A
H	Bollen Noord	Op basis van de uitgevoerde vliegtuigtellingen en mededelingen van de bemanning van MS Phoca gelegen binnen een in de wintermaanden belangrijk concentratiegebied voor Eiders. Uit tellingen vanaf schepen in de Vlieter/Zwin, Westkom en langs de Texelse Oostkaap (Braaksma 1997) is gebleken dat de grootste aantallen Eiders in dit deel van de Waddenzee aanwezig zijn in de maanden oktober t/m maart. Op basis hiervan en de beperkte gevoeligheid van Eiders wordt het effect ingeschat als gering.	B
I	Scheer	Idem als bij H	B
J	Burgzand	Idem als bij H	B
K	Vogelzand	Idem als bij H	B
L	Nesserzand	Idem als bij H	B
M	Scheurrak	Idem als bij H	B

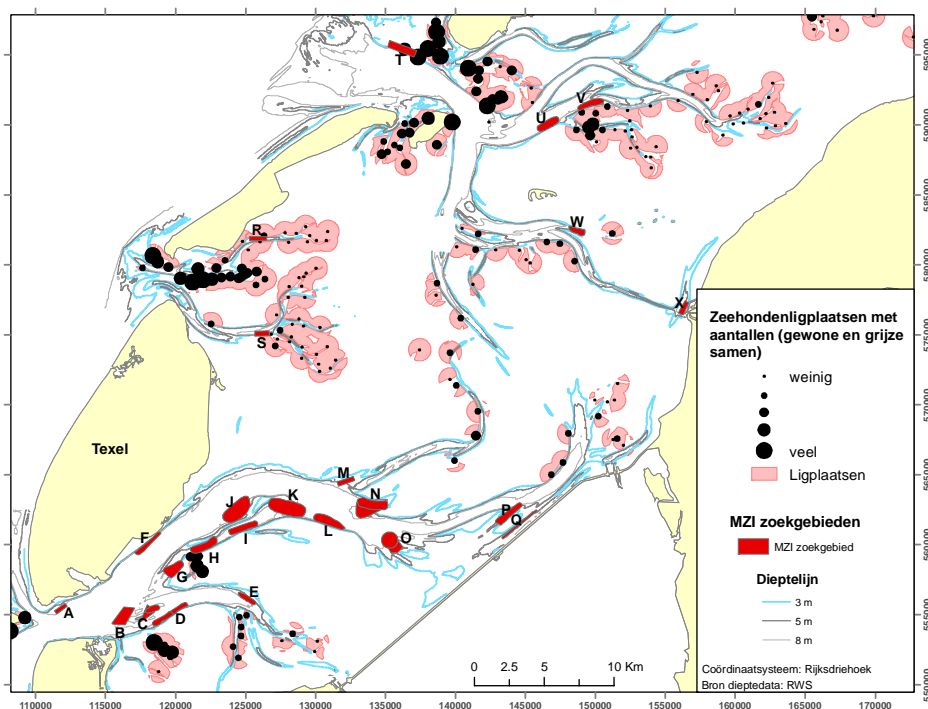
Locatiecode nieuw	Locatiennaam	Effectbeoordeling voor vogels	Effect score
N	Gat van Stompe	Ligt in een gebied waar in de winter grote aantallen Eiders en plaatselijk ook Zwarte zee-eenden aanwezig zijn. Uit tellingen vanaf schepen in de Vlieter/Zwin, Westkom en langs de Texelse Oostkaap (Braaksma 1997) is gebleken dat de grootste aantallen Eiders in dit deel van de Waddenzee aanwezig zijn in de maanden oktober t/m maart. De locatie is gelegen op grote afstand van hoogwatervluchtplaatsen, broedgebieden etc. Op basis hiervan en de sterke gevoeligheid van Zwarte zee-eenden wordt het effect van MZI's ingeschat als matig.	C
O	Vlieter	Idem als bij N	C
P	Doove Balg	Ligt buiten concentratiegebieden van duikeenden, niet in de omgeving van hoogwatervluchtplaatsen, broedgebieden etc. In de omgeving is wel een rustplaats van Aalscholvers aanwezig. Op basis hiervan ingeschat als geen effect op vogels.	A
Q	Afsluitdijk	Idem als bij P	A
Eierlandse Gat			
R	Eierlandse Gat - Vliehors	Ligt in de nabijheid van hoogwatervluchtplaatsen en broedgebieden van vogels en in de omgeving van een ruigebied van Eiders. Gelegen in de omgeving van een belangrijk foerageergebied voor steltlopers en in een relatief moeilijk toegankelijk deel van de Waddenzee, waardoor risico op calamiteiten aanwezig is. Op basis hiervan ingeschat als matig tot vrij groot effect.	C
S	Eierlandse Gat- Vogelzwin	Idem als bij R	C
Zeegat van 't Vlie / Vliestroom			
T	Engelse Hoek	Ligt buiten concentratiegebieden van duikeenden, niet in de omgeving van hoogwatervluchtplaatsen, broedgebieden etc. Op basis hiervan ingeschat als geen effect op vogels.	A
U	Westmeep	Ligt in de omgeving van een gebied waar in de winter grote aantallen Eiders aanwezig zijn. Uit tellingen vanaf schepen in de Vlieter/Zwin, Westkom en de langs de Texelse Oostkaap (Braaksma 1997) is gebleken dat de grootste aantallen Eiders in dit deel van de Waddenzee aanwezig zijn in de maanden oktober t/m maart. De locatie is gelegen in de omgeving van een ruigebied van Bergeenden maar ligt wel op grotere afstand van hoogwatervluchtplaatsen, broedgebieden etc. Op basis hiervan ingeschat als matig effect.	C
V	Zuidmeep	Idem als bij U	C
W	Griend	Ligt buiten concentratiegebieden van duikeenden, maar op slechts enkele kilometers afstand van Griend (broedgebied, hoogwatervluchtplaats, rustplaats Aalscholvers). Gelegen in de omgeving van een belangrijk foerageergebied voor steltlopers. Op basis hiervan ingeschat als gering effect op vogels.	B
X	Harlingen	Ligt buiten concentratiegebieden van duikeenden, niet in de omgeving van hoogwatervluchtplaatsen, broedgebieden etc. Op basis hiervan ingeschat als geen effect op vogels.	A
Oostelijke Waddenzee / Friese Gat			
Y	Zoutkamperlaag	Ligt buiten concentratiegebieden van duikeenden, niet in de directe omgeving van hoogwatervluchtplaatsen, broedgebieden etc. Op basis hiervan ingeschat als geen effect op vogels.	A
Z	Oort	Idem als bij Y	A

5.4 Effecten op zeehonden

Het gaat de laatste tientallen jaren goed met de zeehond in de Waddenzee. De belangrijkste redenen zijn naar verwachting dat er niet meer wordt gejaagd, de verontreiniging met PCB's sterk is gedaald, ook is blijkbaar voldoende (ongestoorde) ruimte voor de dieren om zich goed te kunnen herstellen, ook van de twee virus epidemieën die ongeveer 50% doodde. Hierbij speelt het instellen van beschermde gebieden voor de recreatievaart (art. 20 gebieden NB-wet), daar waar mogelijke conflicten kunnen ontstaan, ook een belangrijke rol (Miller 1988; Thiel et al. 1992; Ries et al. 1999).

Er werden in 2008 ca. 6.000 zeehonden in de Nederlandse Waddenzee geteld (S. Brasseur, IMARES, persoonlijke mededeling). Dit is veel meer dan in 1988 toen er nog maar 500 zeehonden werden gezien. Er zijn nog geen aanwijzingen dat het maximum is bereikt voor de populatieomvang van beide zeehondensoorten. Naar schatting, waren er rond 1900, ondanks de zware jachtdruk, ten minste tussen 12.000- en 17.000 dieren (Reijnders, 1992) Het is niet bekend of en hoe de draagkracht voor deze soort is veranderd. Voor de Grijze zeehond geldt dat deze sinds de Middeleeuwen slechts sporadisch voorkwamen in de Nederlandse wateren. Deze soort heeft zich de laatste tientallen jaren weer gevestigd in de Waddenzee en sindsdien zijn de getelde aantallen gegroeid tot ca. 2.000, en worden er ongeveer 200 jongen per jaar geboren.

De zeehondenligplaatsen van beide zeehondensoorten in de westelijke en oostelijke Waddenzee staan op de kaartjes van Figuur 9, respectievelijk Figuur 10. De omvang van de zeehondenligplaatsen is variabel vanwege de veranderingen in de zandplaten die van jaar tot jaar kunnen optreden. In de kaarten wordt voor de omvang van de zeehondenligplaatsen daarom een marge aangehouden. De exacte afstanden tussen de zeehonden op de ligplaatsen en de MZi locatie kunnen dus niet worden uitgerekend. Een indicatie van de kortste afstand tussen een MZi locatie en de zeehonden de meest nabij gelegen zeehondenligplaats kan wel worden geschat en is opgenomen Tabel 12.



Figuur 9 Verspreiding van MZi zoeklocaties en zeehondenligplaatsen in de westelijke Waddenzee.

Locatie-code	Locatiennaam	Afstand tot zeehondenligplaats (meter)	Effectbeoordeling voor zeehonden	Effect score
F	Oudeschild	2600	Het is onbekend hoe de zeehonden van en naar de Noordzee zwemmen. Dit gebied is mogelijk een foerageergebied. Gering aantal zeehonden verwacht. Veel scheepvaart en garnalenvisserij. Geen effect verwacht.	A
G	Texelstroom – Bollen	600	Het gebied dient nu al als bezoekersplek voor rondvaartboten. Desondanks zijn er wel wat zeehonden. Relatief veel bestaande scheepvaart en garnalenvisserij. Matig effect is mogelijk.	C
H	Bollen Noord	200	Idem als bij G. Matig effect is mogelijk.	C
I	Scheer	2800	Het is echter onbekend hoe de zeehonden van en naar de Noordzee zwemmen. Mogelijk van belang als foerageergebied. Relatief veel bestaande scheepvaart en garnalenvisserij. Gering effect is mogelijk.	B
J	Burgzand	3000	Idem als bij I. Gering effect is mogelijk.	B
K	Vogelzand	5900	Idem als bij I. Gering effect is mogelijk.	B
L	Nesserzand	8500	Idem als bij I. Geen effect verwacht.	A
M	Scheurrak	6500	Idem als bij I. Geen effect verwacht.	A
N	Gat van Stompe	4800	Idem als bij I. Geen effect verwacht.	A
O	Vlieter	5900	Idem als bij I. Geen effect verwacht.	A
P	Doove Balg	2200	Beter wanneer de voornaamste aan- en afvoerroute vanuit Den Oever komt dan vanuit Harlingen langs de zeehondenligplaatsen naar het oosten). Veel garnalenvisserij aanwezig. Gering effect is mogelijk.	B
Q	Afsluitdijk	2200	Idem als bij P. Gering effect is mogelijk.	B
Eierlandse Gat				
R	Eierlandse Gat - Vliehors	300	Vrijwel ongestoord gebied, met veel zeehonden. Groot effect verwacht	D
S	Eierlandse Gat-Vogelzwin	300	Hoewel wat drukker gebied dan Lange Gat (Vliehors), vrijwel ongestoord gebied, met veel zeehonden. Groot effect verwacht	D
Zeegat van 't Vlie / Vliestroom				
T	Engelse Hoek	300	Meer dan 90% van de grijze zeehonden maken gebruik van deze plaat. Groot effect verwacht	D
U	Westmeep	700	Hier worden 50% van alle jongen geboren. Het is niet uit te sluiten dat huidige activiteiten dit al beïnvloedt. Het is onbekend hoe de zeehonden van en naar de Noordzee zwemmen. Dit gebied is mogelijk ook van belang als foerageergebied. Hier ook recreatievaart en garnalenvisserij. Matig effect is mogelijk.	C
V	Zuidmeep	300	Idem als bij U. Matig effect is mogelijk.	C
W	Griend	700	Nieuwe ontwikkeling van zeehondenligplaats juist ten oosten. Het is onbekend hoe de zeehonden van en naar de Noordzee zwemmen. Dit gebied is mogelijk ook van belang als foerageergebied vervult. Matig effect is mogelijk.	C
X	Harlingen	5900	Gering aantal zeehonden verwacht. Geen effect verwacht.	A
Oostelijke Waddenzee / Friese Gat				
Y	Zoutkamperlaag	1900	Gering aantal zeehonden verwacht. Geen effect verwacht.	A
Z	Oort	600	Gering aantal zeehonden verwacht. Niet ver van een zeehondenligplaats Gering effect verwacht.	B

5.5 Overzichtstabel

De resultaten van de analyses uit de voorgaande paragrafen uit dit hoofdstuk zijn samengevat in Tabel 13. Daaruit blijkt dat er mogelijk relevante effecten kunnen optreden bij de locaties Vliehors, Vogelzwin en Engelse Hoek vanwege het voorkomen van zeehonden binnen veronderstelde verstoringafstanden, mede omdat dit erg rustige gebieden zijn. Voor de andere criteria geldt dat geen grote effecten worden verwacht behalve wat betreft draagkracht maar daarvoor geldt dat de effecten direct afhankelijk zijn van de schaal waarop er MZI's worden toegepast.

Tabel 13 Overzicht van het resultaat van de ecologische analyse van MZI zoeklocaties in de Waddenzee op basis van de ecologische criteria.

Legenda:

score	Draagkracht	Overige ecologische criteria
A	relatief veel ruimte voor MZI	geen effect verwacht
B	geringe beperking in ruimte voor MZI	gering effect mogelijk
C	beperkingen in ruimte voor MZI	matig effect mogelijk
D	relatief weinig ruimte voor MZI	groot effect mogelijk

Locatiecode nieuw	Locatiennaam	Draagkracht	Bodem	Vogels	Zeehonden
Marsdiep / Texelstroom					
A	Marsdiep - De Hors	A	A	B	B
B	Malzwin west	A	A	B	B
C	Malzwin (uitgebreid)	A	A	B	B
D	Zuidwal	A	A	B	C
E	Visjagersgaatje	D	A	A	C
F	Oudeschild	A	A	B	A
G	Texelstroom – Bollen	A	A	A	C
H	Bollen Noord	A	A	B	C
I	Scheer	A	A	B	B
J	Burgzand	A	A	B	B
K	Vogelzand	A/B	A	B	B
L	Nesserzand	B	A	B	A
M	Scheurrak	B	A	B	A
N	Gat van Stompe	B	B	C	A
O	Vlieter	B	A	C	A
P	Doove Balg	C	A	A	B
Q	Afsluitdijk	C	A	A	B
Eierlandse Gat					
R	Eierlandse Gat - Vliehors	E	A	C	D
S	Eierlandse Gat- Vogelzwin	D	A	C	D
Zeegat van 't Vlie / Vliestroom					
T	Engelse Hoek	A	A	A	D
U	Westmeep	A	A	C	C
V	Zuidmeep	A	A	C	C
W	Griend	C	B	B	C
X	Harlingen	C	B	A	A
Oostelijke Waddenzee / Friese Gat					
Y	Zoutkamperlaag	D	B	A	A
Z	Oort	D	B	A	B

6 Ecologische analyse Voordelta

6.1 Draagkracht

De Voordelta staat in directe verbinding met de Noordzee en is dus in ecologisch opzicht een open systeem dat gevoed wordt door permanente aanvoer van zeewater en daarmee van algen als voedsel voor MZI-mossels. Er wordt daarom van uitgegaan dat voedselbeschikbaarheid geen beperkende factor is voor toepassing van MZI's op de schaal die in het beleidsplan is voorzien.

6.2 Effecten op de bodem

De Voordelta is op zich een dynamisch gebied in open verbinding met de Noordzee. De zoekgebieden van de MZI's zijn gelokaliseerd in de (voormalige) mondingen van het Haringvliet, de Grevelingen en de Oosterschelde. Daar is echter lokaal een afname van de dynamiek mogelijk ten gevolge van de veranderingen die zijn aangebracht in het kader van de Deltawerken. Zo treedt er een sterke sedimentatie op in de geulen en platen van de Haringvlietmonding, waar de zoekgebieden Ribben, Slijkgat en Haringvlietdam gelokaliseerd zijn. De stroming concentreert er zich in het centrum van de monding waar een middengeul zich ontwikkelt. De zone rond zoekgebied C is een voormalige getijdengeul die grotendeels is opgevuld met sediment. Dit sedimentatieproces zal vermoedelijk nog een tijdje doorgaan, zij het minder snel dan voorheen omdat het nieuwe evenwicht wordt benaderd (Bron: Natuurcompensatie MVII). Beide andere gebieden zijn mogelijk dynamischer, waardoor een lagere impact kan worden verwacht. Ook is belangrijk rekening te houden met de hoeveelheden (organisch) materiaal die er in sedimentatiegebieden worden afgezet onder natuurlijk omstandigheden en hoe de input van de MZI's zich hiertoe verhoudt.

Nabij de Brouwersdam, in de voormalige monding van de Grevelingen, zijn 3 zoekgebieden afgebakend. Na het afsluiten van de monding van de Grevelingen tijdens de Deltawerken is het stromingspatroon er sterk veranderd. Enerzijds zijn de stroomsnelheden en de getijdenwerking er op een aantal plaatsen nog sterk, en is de bodem zandig, maar op een aantal locaties treedt er sedimentatie van slib op. Zoekgebied Springersdiep ligt achter de Bollen van de Ooster. Dit is een luwtegebied waar erosie plaats vindt op de hogere delen en sedimentatie op de diepere delen (Natuurcompensatie MVII). De kans bestaat dat het organische materiaal afkomstig van de MZI lokaal sedimenteert. Ook in zoekgebied Schaar van Renesse zijn de stroomsnelheden en het debiet sterk afgenomen sinds de bouw van de Brouwersdam, waardoor de geulen langzaam dichtslibben. De sedimentatie is hier min of meer constant en bedraagt gemiddeld bijna 1 miljoen m³ per jaar. De Aardappelbult locatie is wat meer naar buiten gelegen in een dynamisch milieu; hier worden geen effecten op de bodem verwacht.

De geomorfologie van de Oosterscheldemonding is weinig veranderd na de aanleg van de stormvloedkering. In de Oosterscheldemonding treden nog steeds sterke stromingen op van en naar de Oosterschelde, en de stroomsnelheden zijn er hoog. Lokale sedimentatie van (pseudo)faeces lijkt onwaarschijnlijk, en een beïnvloeding van de bodemfauna wordt niet verwacht. Er worden dus geen effecten verwacht van MZI's in zoekgebieden Schaar van Renesse), Krabbegat en Noordland. Voor de locaties Springersdiep, Slijkgat, Haringvlietdam en Springerdiep kunnen mogelijk geringe effecten optreden: zie Tabel 14.

Tabel 14 De kwetsbaarheid van de bodem bij de MZI locaties in de Voordelta.

A	geen effect verwacht
B	gering effect mogelijk
C	matig effect mogelijk
D	groot effect mogelijk

Locatiecode	Locatiennaam	Effect score voor bodem
A	Ribben/Hinderplaat	B
B	Slijkgat	B
C	Haringvlietdam	B
D	Springersdiep	B
E	Aardappelenbult/Bollen van de Ooster	A
F	Schaar van Renesse	A
G	Krabbegat	A
H	Noordland	A

6.3 Effecten op vogels

6.3.1 Vogelconcentraties

De aanwezigheid van broedvogels in de Voordelta werd bepaald op basis van gegevens uit rapportages over de verspreiding en aantalsontwikkeling van Baptist & Meininger (1996) en Strucker et al. (2005, 2006). Hierbij werden alleen de in buitendijkse kolonies broedende vogels in beschouwing genomen en werden alleen die gebieden meegenomen waar mogelijk MZI's zullen worden geplaatst.

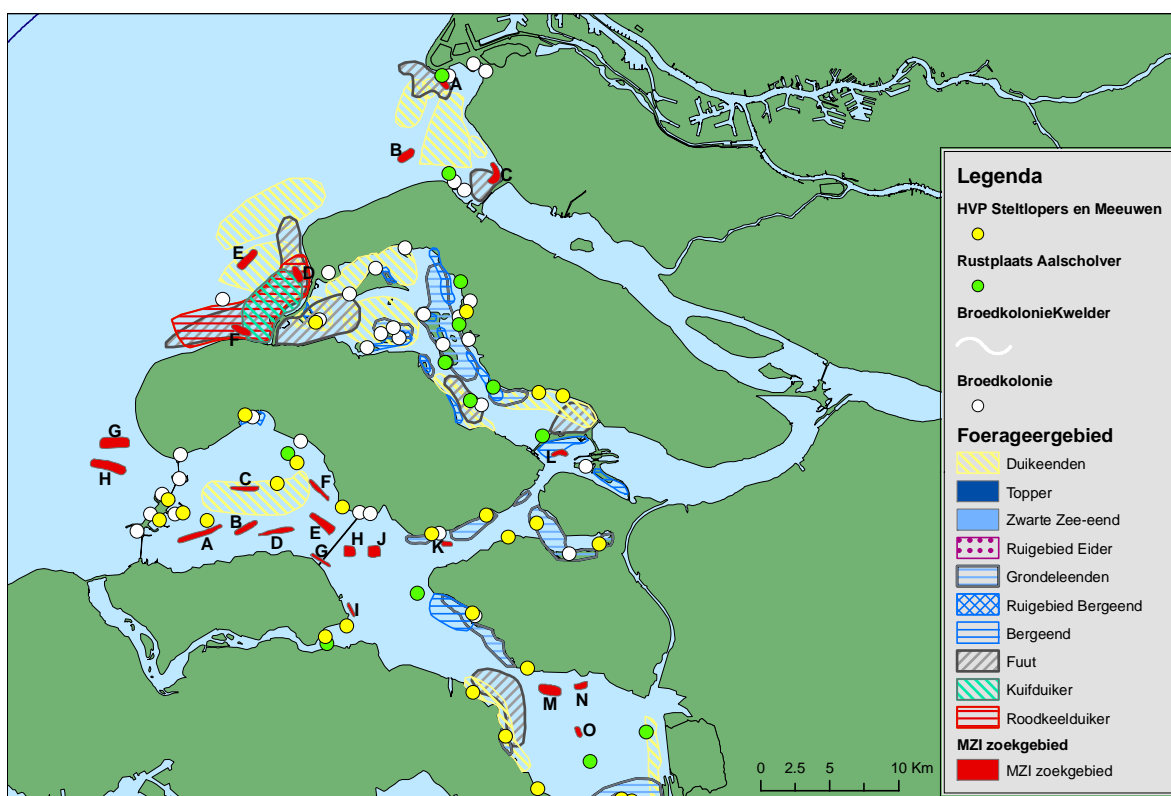
Gebieden met specifieke betekenis voor futen en Aalscholvers en locaties van buitendijks gelegen hoogwatervluchtplaatsen werden eveneens ontleend aan de rapportages van Mostert et al. (1990), Baptist & Meininger (1996) en Hoekstein & Lilipally (2002ab, 2003), aangevuld met gegevens uit recente inventarisaties die zijn uitgevoerd in het kader van de nulmeting voor het Monitoring en Evaluatie Programma dat is uitgevoerd ten behoeve van de aanleg van de Tweede Maasvlakte (Poot et al. 2006, Rijkswaterstaat 2007).

De (voormalige) mondingsgebieden van de Haringvliet, Grevelingen en Oosterschelde zijn belangrijke foerageergebieden voor een aantal schelpdieretende zee-eenden, zoals de Eider, de Topper, de Brilduiker en de Zwarte zee-eend. De verspreiding van de Zwarte Zee-eend verschilt sterk van jaar tot jaar en is waarschijnlijk afhankelijk van de voedselbeschikbaarheid in bepaalde gebieden. Ze kunnen in grote aantallen voorkomen op de Hinderplaat en de Bollen van de Ooster als meer op het open water, zoals ten westen van de Bollen van de Ooster of het gebied rond de Banjaard.

In recente rapportages (Poot et al. 2006, Rijkswaterstaat 2007) wordt het beeld bevestigd dat het Brouwershavense Gat het belangrijkste overwinteringsgebied is voor Roodkeelduikers in Nederland (zie ook V&W, 2008, Lindeboom et al. 2008, Gebiedendocument Natura2000 Voordelta). De hoogste dichtheden worden vastgesteld in de diepere geulen in het gebied (Verdaat 2006). De aantallen rond het Brouwershavense Gat nemen sinds de jaren '90 toe (Poot et al. 2006), terwijl de aantallen van deze schaarse soort in het gehele overwinteringsgebied tot voor kort afnamen (Delany & Scott 2002) en meer recent geacht worden stabiel te zijn (Delany & Scott 2006). Het relatieve belang van het gebied voor deze soort die wordt genoemd in Bijlage 1 van de Vogelrichtlijn is daarmee dus groter geworden. De aantallen van deze soort zijn dermate hoog dat het gebied geacht wordt van grote nationale betekenis te zijn. Eiders zijn in sommige jaren vooral aanwezig rond de Bollen van de Ooster, in andere jaren in het gehele gebied tussen de Bollen van de Ooster en de Brouwersdam. Grotere aantallen Kuifduikers zijn aanwezig in het gebied pal voor de Brouwersdam, concentraties Futen zowel voor de kust van Voorne en Schouwen als voor de Brouwersdam.

De Voordelta is een belangrijk gebied voor een groot aantal steltlopers, waarvan de meeste te vinden zijn op de Westplaat en in de Kwade Hoek. De Hinderplaat is van weinig belang als foerageergebied. Deze plaat is wel van belang als slaapplek voor meeuwen en sterns. Kuifduikers zijn vooral aanwezig langs de Brouwersdam en in het gebied ten oosten van Hinderplaat. Het concentratiegebied van de Fuut is de ondiepe zone voor Brouwersdam en Haringvlietluizen. Voor de Aalscholver is de Delta van belang in het najaar, vooral als slaap- en foerageergebied. Middelste zaagbekken worden voornamelijk waargenomen in de Grevelingen en het Veerse meer, in de Voordelta zijn de aantallen laag. De Dwergmeeuw is vooral een soort van open water.

De meeste soorten grondeleenden en ganzen zijn in relatief lage aantallen aanwezig in de Voordelta en voornamelijk in de winter. Enkel de Bergeend is in hoge dichtheden aanwezig in de zomer. Alle soorten zijn voornamelijk aanwezig op open water, maar een aantal soorten komt ook in belangrijke aantallen voor op de Slikken van Voorne. Het betreft vooral Smient, Bergeend, Grauwe gans, Wintertaling en Pijlstaart. Ook op de Kwade Hoek kunnen grotere concentraties voorkomen.



Figuur 11 De verspreiding van vogelsoorten in Voordelta, Grevelingen en Oosterschelde en de MZI zoekgebieden.

6.3.2 Effecten op vogels

Duikenden, in de Voordelta vooral de Brilduiker, Eider, Zwarte zee-eend (maximaal 25.000 exempl.) en Middelste zaagbek, komen vooral in het gebied voor. De aanwezigheid van Brilduikers beperkt zich tot de maanden oktober t/m maart (Baptist & Meininger 1996, Poot et al. 2006; Strucker et al. 2007), waardoor de impact van de activiteiten nabij de MZI's in de meeste gevallen klein zal zijn. Eiders en Zwarte zee-eenden zijn in sommige jaren ook in het voorjaar tot in april en de zomer in grotere aantallen (enkele duizenden) aanwezig. De meeste soorten zwemeenden en ganzen zijn in relatief geringe aantallen aanwezig in de Voordelta, voornamelijk in de maanden september-maart, waardoor overlap met de activiteiten nabij de MZI's mogelijk is. Futen zijn jaarrond aanwezig maar bereiken hun hoogste aantallen (maximaal 900 exempl. in de Voordelta) in de maanden juli t/m februari. Kuifduikers zijn vooral wintergasten. Aalscholvers zijn talrijk in maanden mei t/m oktober, hebben een vrij diffuus

verspreidingspatroon maar worden in hogere dichtheden aangetroffen op de koppen van Voorne, Goeree, Schouwen en voor de Maasvlakte (Baptist & Meininger 1996). De hoogste aantallen Roodkeelduikers (maximaal ruim 800 exemplaren, verreweg de grootste concentratie in Nederland) zijn aanwezig in de maanden januari t/m maart, maar ook in oktober t/m december en in april kunnen grote aantallen (enkele honderden) aanwezig zijn (Poot et al. 2006; Strucker et al. 2007). De aantallen Roodkeelduikers nemen af in de loop van april. Voordat de MZI's worden geplaatst vinden al voorbereidende werkzaamheden plaats die gepaard gaan met veel scheepvaartbewegingen. Een groot deel van deze scheepvaartbewegingen voert door het gebied waar de grootste aantallen Roodkeelduikers aanwezig zijn (zie Poot et al. 2006; Rijkswaterstaat 2007; Strucker et al. 2007). Op basis hiervan kunnen effecten niet worden uitgesloten.

De analyse van de effecten van MZI's per locatie in de Voordelta is weergegeven in Tabel 15.

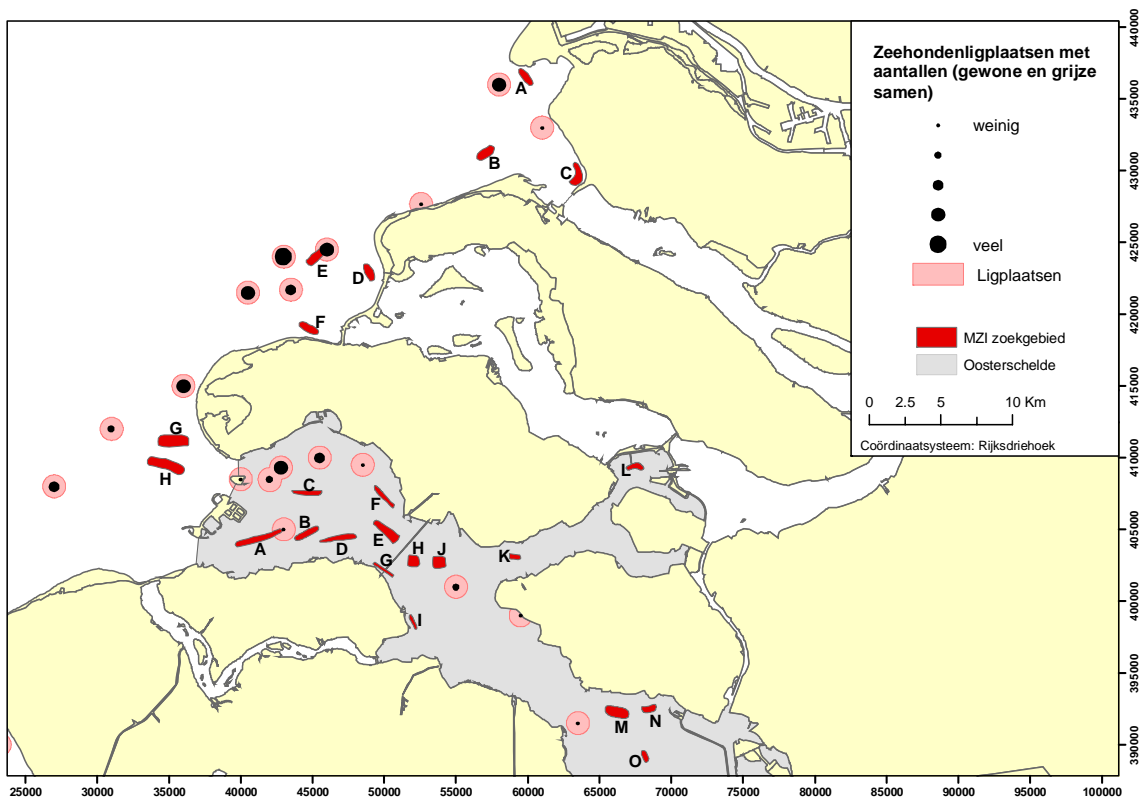
Tabel 15 Ordening van MZI locaties in de Voordelta op basis van potentiële verstoringseffecten op vogels;

A	geen effect verwacht
B	gering effect mogelijk
C	matig effect mogelijk
D	groot effect mogelijk

MZI-code	Locatie	Effectbeoordeling voor vogels	Effect score
A	Ribben	Ligt in de nabijheid van het verspreidingsgebied van de Eidereend, maar deze is minder verstoringgevoelig, en van de Brilduiker, die echter vooral in de winter aanwezig is. De locatie raakt echter ook aan een concentratiegebied van de Fuut, die in de zomermaanden wel aanwezig is. Zwarte zee-eenden zijn in de meeste jaren niet in dit gebied aanwezig. Vooral vanwege de mogelijke interacties met Futen wordt een effect op vogels niet uitgesloten. Dit wordt als gering ingeschat.	B
B	Slijkgat	Overlapt met een gebied waar in de afgelopen jaren concentraties Toppers zijn aangetroffen, een relatief verstoringgevoelige soort. Toppers zijn in het gebied aanwezig in de maanden december t/m februari (Baptist & Meininger 1996) waardoor het effect van deze locatie op deze soort als gering wordt ingeschat.	B
C	Haringvlietdam	Ligt in het verspreidingsgebied van de Topper. Toppers zijn in het gebied aanwezig in de maanden december t/m februari (Baptist & Meininger 1996). Daarnaast ligt de zoeklocatie in een concentratiegebied van de Fuut die aanwezig is in de zomermaanden. Daarnaast liggen op de Kop van Goeree (Kwade Hoek) broedplaatsen en een rustplaats van de Aalscholver. Vooral vanwege de mogelijke interacties met Futen wordt een effect op vogels niet uitgesloten. Dit wordt als matig ingeschat.	C
D	Springersdiep	Overlapt in grote mate met het belangrijkste concentratiegebied van Roodkeelduikers in ons land. Roodkeelduikers zijn erg verstoringgevoelig. Ze worden het hele jaar in Nederlandse wateren waargenomen, maar de grootste aantallen in de kustzone zijn aanwezig in de periode oktober-april, met een piek in februari-maart. Vanwege de grote mate van verstoringgevoeligheid van deze soort en het feit dat een groot deel van de scheepvaartbewegingen door het concentratiegebied van Roodkeelduikers voert, worden de effecten van MZI's op deze locatie als matig en mogelijk groot ingeschat. In hetzelfde gebied treffen we ook concentraties aan van andere duikeenden, van Futen en van Kuifduikers. Waarschijnlijk gebruiken vooral Futen het gebied als ruigebied. Op basis van een combinatie van gebruiksfuncties voor vogels wordt het uiteindelijke effect van MZI in dit gebied als groot ingeschat.	D
E	Aardappelenbult/ Bollen van de Ooster	Ligt in een concentratiegebied van duikeenden, niet in de omgeving van hoogwatervluchtplaatsen, broedgebieden etc. Tijdens werkzaamheden in de ze MZI zullen vaarbewegingen plaatsvinden rond en door de concentratiegebieden voor Roodkeelduikers, Futen en Kuifduikers. Op basis hiervan wordt het effect van MZI's op deze locatie ingeschat als matig.	C
F	Schaar van Renesse	Idem als bij D.	D
G	Krabbegat	Ligt buiten concentratiegebieden van duikeenden, niet in de omgeving van hoogwatervluchtplaatsen, broedgebieden etc. Op basis hiervan wordt het effect van MZI's ingeschat als geen effect op vogels.	A
H	Noordland	Idem als bij G.	A

6.4 Effecten op zeehonden

In de Deltawateren inclusief de Voordelta staan de zeehonden onder druk. Na de uitvoering van de delta werken is het aanbod van ligplaatsen veranderd maar ook het gebruik van het gebied geïntensiveerd. Aantallen doorvaarten, van zowel beroeps als pleziervaart is een veelvoud van hetgeen in de Waddenzee gezien wordt. Bovendien is het aantal dieren dat in het gebied dood aanspoelt relatief hoog. Dankzij de groei en “overloop” uit andere gebieden (m.n. de Waddenzee) zijn de aantallen in de afgelopen decennia wel sterk toegenomen. Vanuit het Verenigd Koninkrijk koloniseren met name Grijs zeehonden het gebied (Rijkswaterstaat, 2007). Er worden in totaal rond de 150 gewone zeehonden geteld (Figuur 12).



Figuur 12 Zeehondenligplaatsen en MZI locaties in Voordelta en Oosterschelde.

Bij een analyse van de relatieve invloed is niet alleen gekeken naar de afstand tot de meest nabijgelegen zeehondenligplaats, maar is ook rekening gehouden met andere aspecten zoals het medegebruik voor andere vaarfuncties, nabijheid zeehondenligplaatsen langs aanvaarroute en de vaarintensiteit van de aanvaarroute. Er is echter weinig informatie bekend over de zeehonden in de Voordelta en de locatiespecifieke gevoeligheid van de zeehonden voor verstoringen. Het resultaat daarvan staat in Tabel 16.

Tabel 16 Ordening van MZI locaties in de Voordelta op basis van potentiële verstoringeffecten op zeehonden.

Legenda:

A	geen effect verwacht
B	gering effect mogelijk
C	matig effect mogelijk
D	groot effect mogelijk

Code	Locatie	Afstand tot zeehondenligplaats (meter)	Effectbeoordeling	Effectscore
A	Ribben/Hinderplaat	800	Grote plaat, regelmatig veel zeehonden; Hinderplaat is jaarrond aangewezen als rustgebied. Relatief dichtbij de zeehondenligplaats. Matig effect mogelijk.	C
B	Slijkgat	2800	Hier worden ook zeehonden gezien; Hinderplaat is jaarrond aangewezen als rustgebied. Redelijk ver van de zeehondenligplaats. Geen effect verwacht.	A
C	Haringvlietdam	2400	Relatief ver van de zeehondenligplaats. Aan- en afvaart zou ver van de zeehonden weg moeten blijven. Geen effect verwacht.	A
D	Springersdiep	2000	Redelijk ver van de zeehondenligplaats (grote platen in serie, regelmatig veel zeehonden); Bollen van de Ooster zijn jaarrond aangewezen als rustgebied. Gering effect mogelijk.	B
E	Aardappelenbult/ Bollen van de Ooster	200	Dichtbij de zeehondenligplaats. Dat zijn grote platen in serie met regelmatig veel zeehonden; Bollen van de Ooster zijn jaarrond aangewezen als rustgebied. Groot effect mogelijk.	D
F	Schaar van Renesse	1600	Niet dichtbij een zeehondenligplaats. De vaarroutes gaan wel dicht langs grote platen in serie met regelmatig veel zeehonden. Een voorbeeld hiervan is de Verklipperplaat die jaarrond is aangewezen als rustgebied. Gering effect mogelijk.	B
G	Krabbegat	2600	Relatief ver van de zeehondenligplaats. Aan- en afvaart zou ver van de zeehonden weg moeten blijven. Geen effect verwacht.	A
H	Noordland	2600	Idem als bij G	A

6.5 Overzichtstabel

De resultaten van de analyse uit de voorgaande paragrafen uit dit hoofdstuk zijn verzameld in Tabel 17.

Daaruit blijkt dat in zoekgebieden Springersdiep en Schaar van Renesse mogelijk grote verstoringeffecten op de vogels kunnen optreden, met name vanwege het voorkomen van de Roodkeelduiker. Verder zou de locatie Aardappelenbult grote verstoring voor zeehonden kunnen opleveren.

Tabel 17 Overzicht van het resultaat van de ecologische analyse per locatie in de Voordelta.

Legenda:

Score	Draagkracht	Overige ecologische criteria
A	relatief veel ruimte voor MZI	geen effect verwacht
B	geringe beperking in ruimte voor MZI	gering effect mogelijk
C	beperkingen in ruimte voor MZI	matig effect mogelijk
D	relatief weinig ruimte voor MZI	groot effect mogelijk

Code	Locatie	Draagkracht	Bodem	Vogels	Zeehonden
A	Ribben/Hinderplaat	A	B	B	C
B	Slijkgat	A	B	B	A
C	Haringvlietdam	A	B	C	A
D	Springersdiep	A	B	D	B
E	Aardappelenbult	A	A	C	D
F	Schaar van Renesse	A	A	D	B
G	Krabbegat	A	A	A	A
H	Noordland	A	A	A	A

7 Ecologische analyse voor de Oosterschelde

7.1 Draagkracht

Voor de Oosterschelde is onderscheid gemaakt in west, midden, noord en kom (oost). Per gebied zijn de karakteristieken weergegeven in Tabel 18. Daaruit blijkt dat de waterverversing in de kom relatief gering is (lange verblijftijd), terwijl aldaar de hoeveelheid filterfeeders per watervolume het hoogst is. Op grond daarvan scoort de kom laag wat betreft voedselbeschikbaarheid voor MZI's. De Noordelijke Tak heeft ook een relatief geringe waterverversing, een relatief hoge biomassa per volume, maar een relatief hoge voedselkwaliteit. Dit leidt tot meer voedselbeschikbaarheid voor MZI's dan de Kom.

Het centrale en westelijke deel hebben een vergelijkbare voedselkwaliteit. Het bestand filterfeeders is hoger in midden en de uitwisseling met de Noordzee geringer, vandaar een wat lagere score qua voedselbeschikbaarheid dan het westelijke deel.

De conclusie is dat de voedselbeschikbaarheid voor MZI's relatief laag is in de Kom; voedselkwaliteit is gunstig in de Noordelijke Tak, hoewel daar wel voedselconcurrentie kan optreden. In het centrale deel is de voedselbeschikbaarheid groter dan in noord en kom; gegeven de relatief lage biomassa per volume en de grote uitwisseling met de Noordzee is de voedselbeschikbaarheid in het westelijke deel het hoogst ingeschat.

Tabel 18 Karakteristieken van compartimenten in de Oosterschelde en de draagkracht klassering

	VOLUME	VERBLIJF TIJD	AFSTAND NZEE	VOEDSEL (GEM 99-05)	ZWEVEND STOF (GEM 99-05)	VOEDSELK WALITEIT INDEX	SHELPIER VOORRAAD (GEM 1995-2005)	SHELPIER BIOMASSA PER VOLUME	draagkracht
OOSTERSCHELDE	mln m3	dagenm	categorie	mg/m3 Chl.	g/m3 TPM	Ch/TPM	mln kg	g/m3	klasse
WEST	1150	10	1	4.6	11.4	0.4	43	37	A
CENTRAL	996	40	2	3.8	7.6	0.5	49	49	B
NOORD	262	50	3	4.5	5	0.9	22	84	C
KOM	333	100	3	3.5	6.8	0.5	39	117	D

De inschatting van de draagkracht per MZI locatie staat in Tabel 19 en is gebaseerd op de draagkracht van het hele subgebied van de Oosterschelde waartoe het behoort.

Tabel 19 Relatieve waarde van de draagkracht van het geulstelsel waar de MZI zoeklocatie in ligt.

Legenda:

A	relatief veel ruimte voor MZI
B	geringe beperking in ruimte voor MZI
C	beperkingen in ruimte voor MZI
D	relatief weinig ruimte voor MZI

	Zoekgebied	Draagkrachtscore
A	Neeltje Jans	A
B	Groot Vuilbaard	A
C	Roggenplaat	A
D	Schaar van Colijnsplaat	A
E	Vuilbaard	A
F	Nunnenplaat	A
G	Zeelandbrug	A
H	Oostkant Zeelandbrug	B
I	Noord Beveland	B
J	Vondelingsplaat	B
K	Slikken van Vianen	C
L	Krammer	C
M	Kom Yerseke Bank	D
N	Kom Tholense gat	D
O	Kom Pietermanskreek	D

7.2 Effecten op bodem

De analyse van mogelijke effecten van MZI's in de zoekgebieden in de Oosterschelde is bepaald aan de hand van de verspreiding van ecotopen die zijn gedefinieerd binnen het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES) (Bouma et al., 2005). De kenmerken waarop de onderscheiding tussen de ecotopen in de Oosterschelde is gebaseerd, zijn dynamiek, diepteligging, sedimentsamenstelling en overspoelingsduur. De achterliggende gedachte bij het opstellen van het ZES is dat een idee kan worden verkregen van het potentiële voorkomen van levensgemeenschappen in en vlak boven de bodem. Een overzicht van de ecotopen gedefinieerd binnen het ZES zijn samen met de zoekgebieden weergegeven in Figuur 13.

Het overgrote deel van de zoekgebieden is gesitueerd in laagdynamische ecotopen, namelijk in de ecotopen 'laagdynamische geul' en het 'ondiep laagdynamisch' (Tabel 20). Op deze plaatsen kan een hogere sedimentatie van faeces en pseudofaeces worden verwacht dan in hoogdynamische gebieden, waardoor de levensgemeenschappen er in principe sterker kunnen worden beïnvloed door de aanwezigheid van de MZI's (zie ook hfst 4). Daartegenover staat dat ook de natuurlijke sedimentatie van organisch materiaal daar het hoogst is, en dat de levensgemeenschappen er aangepast zijn aan een hogere organische input. De impact op een gebied zal bijgevolg sterk afhankelijk zijn van de omvang van de geplaatste MZI. Enkel wanneer de organische input vanuit de MZI's groot is, kan een effect voor het bodemleven verwacht worden. Dit kan de bodemgemeenschap positief maar ook negatief beïnvloeden. Er kan een verschuiving in soortensamenstelling optreden, maar er kan door de verhoogde afbraakprocessen zuurstofloosheid ontstaan en bijgevolg verhoogde sterfte optreden. Gezien de waterbeweging in de geulen onder invloed van eb en vloed, zullen de faeces en pseudofaeces mogelijk niet enkel lokaal, onder de MZI, sedimenteren, maar enigszins worden verspreid, waardoor een lage impact op een groter gebied kan verwacht worden. Verder speelt het sestongehalte in het water een rol: in de relatief heldere Oosterschelde zal er minder pseudofaeces worden geproduceerd dan in een troebele Waddenzee. Het gevaar voor ophoping van organisch materiaal en het optreden van zuurstofloosheid is sowieso lager in de hoogdynamische ecotopen nabij Neeltje Jans (A), Schaar van Colijn (D) en Noord Beveland (H).

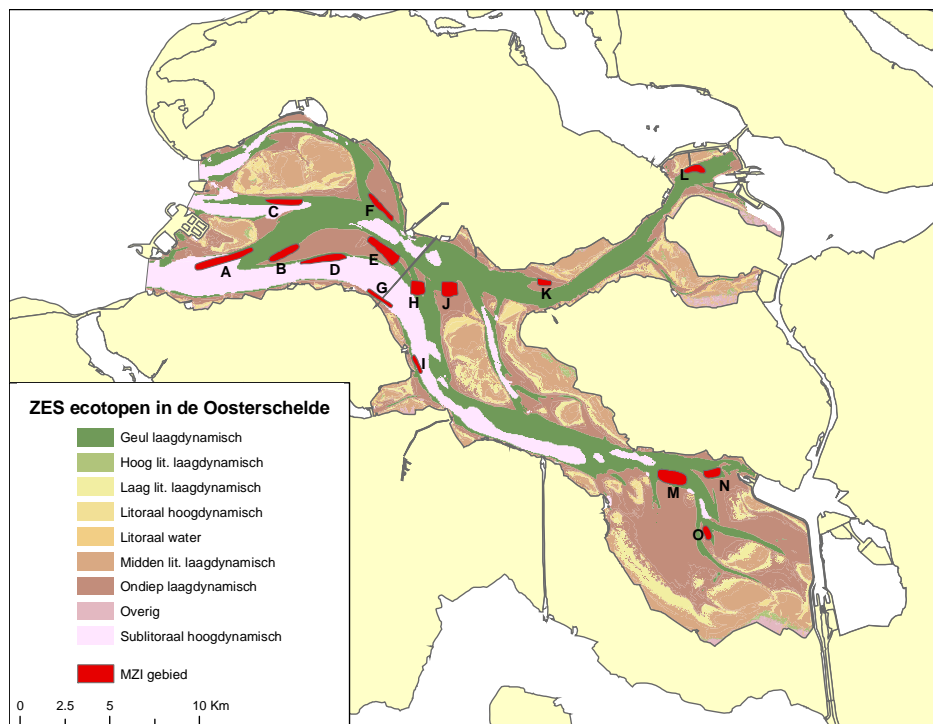
Samenvattend kan worden gesteld dat weinig impact wordt verwacht in de hoogdynamische gebieden, en dat niet kan worden uitgesloten dat er mogelijk geringe effecten optreden in de laagdynamische gebieden. Veel zal ook afhangen van de omvang van de installaties die op de verschillende plaatsen zullen worden neergelegd.

Tabel 20 De ecotootypen van de MZI locaties in de Oosterschelde en de kwetsbaarheid voor bodemeffecten.

Legenda:

A	geen effect verwacht
B	gering effect mogelijk
C	matig effect mogelijk
D	groot effect mogelijk

	Zoekgebied	Ecotootype	Effectscore
A	Neeltje Jans	sublitoraal hoogdynamisch/(geul laagdynamisch)	B
B	Groot Vuilbaard	geul laagdynamisch	C
C	Roggenplaat	geul laagdynamisch/(sublitoraal hoogdynamisch)	B
D	Schaar van Colijnsplaat	sublitoraal hoogdynamisch	A
E	Vuilbaard	geul laagdynamisch/ondiep laagdynamisch	C
F	Nunnenplaat	geul laagdynamisch/ondiep laagdynamisch	C
G	Zeelandbrug	sublitoraal hoogdynamisch	A
H	Oostkant Zeelandbrug	geul laagdynamisch/ondiep laagdynamisch	C
I	Noord Beveland	sublitoraal hoogdynamisch	A
J	Vondelingsplaat	geul laagdynamisch/ondiep laagdynamisch	C
I	Noord Beveland	sublitoraal hoogdynamisch	A
I	Slikken van Vianen	ondiep laagdynamisch	C
J	Krammer	geul laagdynamisch	C
K	Kom Yerseke Bank	geul laagdynamisch	C
L	Kom Tholense gat	geul laagdynamisch	C
M	Kom Pietermanskreek	geul laagdynamisch	C



Figuur 13 Overzicht van de ecotopen zoals gedefinieerd binnen het ZES met de zoekgebieden voor de MZI's (rood).

7.3 Vogels

7.3.1 Vogelconcentraties

De aanwezigheid van broedvogels in de Oosterschelde werd bepaald op basis van de kaarten in Mostert et al. (1990), aangevuld met gegevens uit rapportages over de verspreiding en aantalsontwikkeling van broedvogels in de Voordelta (Baptist & Meininger 1996, Strucker et al. 2005, 2006). Hierbij werden alleen de in buitendijkse kolonies broedende vogels in beschouwing genomen en werden alleen die gebieden meegenomen waar mogelijk MZI's zullen worden geplaatst. De aanwezigheid van hoogwatervluchtplaatsen rond de Oosterschelde werd tevens ontleend aan het rapport van Mostert et al. (1990).

Gebieden met specifieke betekenis voor futen en Aalscholvers en locaties van buitendijks gelegen hoogwatervluchtplaatsen werden eveneens ontleend aan de rapportages van Mostert et al. (1990), Baptist & Meininger (1996) en Hoekstein & Lilipally (2002ab, 2003). Deze kaarten geven ook gebieden weer waar zich grotere concentraties Knobbelzwanen en Kleine Zwanen ophouden. Deze zijn niet in de afwegingen van dit MZI-rapport meegenomen. Redenen hiervoor zijn dat de Knobbelzwaan niet is opgenomen in de voorlopige instandhoudingsdoelen (Ministerie van LNV 2008) terwijl de Kleine Zwaan vooral aanwezig is in de wintermaanden wanneer geen MZI-activiteiten plaatsvinden.

De Oosterschelde is een belangrijk foerageer- en rustgebied voor veel steltlopers en eenden. Vooral droogvallende platen zijn belangrijke foerageergebieden voor de steltlopers. Deze vogels rusten in nabijgelegen gebieden, zoals buitendijkse stranden, zand- of modderplaten en dergelijke die bij hoog water droog blijven. Daarnaast wordt ook overtijd in karrevelden en inlagen en in binnendijkse graslandgebieden.

De Bergeend is vooral van september t/m april in het Deltagebied aanwezig. De Oosterschelde vormt een erg belangrijk onderdeel van het verspreidingsgebied van verschillende soorten steltlopers, waaronder de Scholekster (jaarrond), Zilverplevier (vooral in augustus-oktober en in april-mei), Bonte Strandloper (hoogste dichtheden in maart-april en augustus-november), Drieteenstrandloper (vooral in april-mei en augustus-oktober), Kanoet (in mei en augustus), Rosse grutto (april-mei en augustus-oktober) en de Wulp (jaarrond met uitzondering van april en mei). In het najaar maakt een deel van deze vogels een gedeeltelijke rui door in het Deltagebied.

In Figuur 11 zijn, evenals in de Waddenzee, de binnendijks gelegen broedplaatsen en hoogwatervluchtplaatsen (waaronder die in karrevelden en inlagen) niet ingetekend omdat ervan wordt uitgegaan dat activiteiten rond MZI's geen verstrend effect op de vogels hebben wanneer ze in deze binnendijks gelegen locaties aanwezig zijn.

7.3.2 Effecten op vogels

De Oosterschelde is een belangrijk foerageergebied voor steltlopers; ook zijn lokaal concentraties duikeenden, grondeenden en futen aanwezig. Langs de randen bevinden zich broedkolonies van kustbroedvogels en hoogwatervluchtplaatsen van vogelsoorten die tijdens laag water van droogliggende slikken en platen gebruik maken. Op basis van de laagwatertellingen van Van Kleunen (2000) is een inschatting gemaakt van de mogelijke risico's die vaarbewegingen van en naar de MZI's en activiteiten bij het plaatsen en oogsten in deze zones kunnen inhouden.

Tabel 21 Overzicht van de vogelsoorten die tijdens de laagwatertelling nabij de zoekgebieden A, C, H, I en J voorkwamen (op basis van Van Kleunen 2000). Pijlstaart en Steenloper, Tureluur, Kluut komen niet voor in de omgeving van deze zoekgebieden. Aanwezigheid van de soort is weergegeven met X.

	A	C	I	K	L
	Neeltje Jans	Roggenplaat	Noord Beveland	Slikken van Vianen	Krammer
Bergeend					X
Scholekster	X	X	X	X	X
Zilverplevier	X	X		X	X
Bonte strandloper	X	X		x	x
Drieteenstrandloper		X			
Kanoet				x	
Rosse grutto	X			X	
Wulp	X	X		X	X

Uit een recente studie (De Mesel et al., 2009) blijkt dat de Roggenplaat bij laagwater een belangrijke foerageerplaats is voor veel vogelsoorten en dat de dichtheden er erg hoog liggen. Dit kan een argument zijn om de menselijke activiteit in en rond het gebied te beperken. In de huidige situatie treedt reeds verstoring op door de aanwezigheid van mosselpercelen, net naast het zoekgebied voor de MZI's. Dit geldt ook voor de Slikken van Vianen. Er is in principe het hele jaar door activiteit mogelijk op de percelen, met pieken in de oogstperiode in de zomer en het najaar. De aanwezigheid van MZI's zal het aantal vaarbeweging in de periode april-oktober doen toenemen hetgeen tot extra verstoring kan leiden. In Tabel 21 is weergegeven welke soorten op welke zoeklocaties voorkomen. Op deze locaties kunnen foeragerende vogels behorende tot deze soorten worden verstoord door activiteiten rond MZI's.

De analyse van de effecten van MZI's per locatie is weergegeven in Tabel 22.

Tabel 22 Ordening van MZI locaties in de Oosterschelde op basis van potentiële verstoringseffecten op vogels.

Legenda:

A	geen effect verwacht
B	gering effect mogelijk
C	matig effect mogelijk
D	groot effect mogelijk

MZI-code	Locatie	Effectbeoordeling	Effectscore
A	Neeltje Jans	Buiten de concentratiegebieden van duikeenden, maar wel in de omgeving van een hoogwatervluchtplaats en direct grenzend aan een laagwaterfoerageergebied voor steltlopers en meeuwen. MZI's in zoekgebieden nabij platen en slikken kunnen een belangrijke bron van verstoring vormen voor foeragerende en/of rustende vogels. In de huidige opzet grenst het zoekgebied vrijwel direct aan de Neeltje Jans, een belangrijk foerageergebied dat ten behoeve van de aanwezige natuurwaarden niet mag worden betreden. Het oostelijke deel van zoekgebied A ligt op een afstand van minder dan 500 m van een hoogwatervluchtplaats. Een inkrimping van het zoekgebied aan de oostkant en een verschuiving van het gehele gebied naar wat verder van de plaat gelegen water kunnen dit probleem verhelpen. De verstoring vanuit dit gebied voor rustende vogels zal bijgevolg beperkt blijven. Op basis het huidige voorstel wordt het effect van MZI's op deze locatie ingeschat als matig	C
B	Groot Vuilbaart	Ligt buiten concentratiegebieden van duikeenden, niet in de omgeving van hoogwatervluchtplaatsen, broedgebieden etc. Op basis hiervan wordt het effect van MZI's op vogels ingeschat als geen effect.	A

MZI-code	Locatie	Effectbeoordeling	Effectscore
C	Roggenplaat	Ligt binnen een concentratiegebied van duikeenden en gelegen in de omgeving van een hoogwatervluchtplaats. Deze ligt mogelijk op een afstand van minder dan 500 m, dat wil zeggen binnen de door Krijgsveld et al. (2004) voorgestelde bufferafstand. Het gebied grenst vrijwel direct aan een laagwaterfoerageergebied voor steltlopers en meeuwen. MZI's in zoekgebieden nabij platen en slikken kunnen daarom een belangrijke verstoring vormen voor foeragerende en/of rustende vogels. Op basis het huidige voorstel wordt het effect van MZI's op deze locatie ingeschat als matig.	C
D	Schaar van Colijnsplaat	Ligt buiten concentratiegebieden van duikeenden, niet in de omgeving van hoogwatervluchtplaatsen, broedgebieden etc. Op basis hiervan wordt het effect van MZI's op vogels ingeschat als geen effect.	A
E	Vuilbaard	Ligt buiten de concentratiegebieden van duikeenden, niet in de omgeving van een hoogwatervluchtplaats of broedgebied maar direct grenzend aan een laagwaterfoerageergebied voor steltlopers en meeuwen. Het betreft echter een zeer laag gelegen foerageergebied dat slechts weinig kan worden gebruikt. Op basis hiervan wordt het effect van MZI's op deze locatie ingeschat als gering.	B
F	Nunnenplaat	Ligt in de omgeving van een concentratiegebieden van duikeenden, en op enige afstand gelegen van een hoogwatervluchtplaats. Bovendien direct grenzend aan een laagwaterfoerageergebied voor steltlopers en meeuwen. Op basis van eerder genoemde argumenten (locatie A, locatie C) kan een effect in de huidige opzet niet worden uitgesloten. Een verschuiving van het zoekgebied naar een gebied op wat grotere afstand van de plaat kan dit probleem verhelpen. Op basis het huidige voorstel wordt het effect van MZI's op deze locatie ingeschat als gering – matig.	B
G	Zeelandbrug	Ligt buiten concentratiegebieden van duikeenden, niet in de omgeving van hoogwatervluchtplaatsen, broedgebieden etc. Op basis hiervan wordt het effect van MZI's op vogels ingeschat als geen effect.	A
H	Oostkant Zeelandbrug	Idem als bij G	A
I	Noord Beveland	Ligt buiten concentratiegebieden van duikeenden, niet in de omgeving van broedgebieden. Nabij het zoekgebied H liggen kleine hoogwatervluchtplaatsen, waarop de activiteiten rond de MZI's mogelijk een effect kunnen hebben. Bovendien grenst het zoekgebied aan een laagwaterfoerageergebied. Op basis het huidige voorstel wordt het effect van MZI's op deze locatie ingeschat als gering – matig.	B
J	Vondelingsplaat	Ligt buiten concentratiegebieden van duikeenden, niet in de omgeving van hoogwatervluchtplaatsen, broedgebieden etc. en op enige afstand van een laagwaterfoerageergebied. Op basis hiervan wordt het effect van MZI's op vogels ingeschat als geen effect.	A
K	Slikken van Vianen	Ligt buiten concentratiegebieden van duikeenden, maar in de omgeving van hoogwatervluchtplaatsen en broedgebieden. Bovendien grenst het zoekgebied aan een laagwaterfoerageergebied. Op basis het huidige voorstel wordt het effect van MZI's op deze locatie ingeschat als matig.	C
L	Krammer	Ligt buiten concentratiegebieden van duikeenden en niet in de directe omgeving van hoogwatervluchtplaatsen of broedgebieden. Het zoekgebied overlapt voor een deel een rustgebied van Bergeenden. Bovendien grenst het zoekgebied aan een laagwaterfoerageergebied. Op basis het huidige voorstel wordt het effect van MZI's op deze locatie ingeschat als matig.	C
M	Kom Yerseke bank	Ligt buiten concentratiegebieden van duikeenden, niet in de omgeving van hoogwatervluchtplaatsen, broedgebieden etc. Op basis hiervan wordt het effect van MZI's op vogels ingeschat als geen effect.	A
N	Kom Tholense gat	Idem als bij M.	A
O	Pietermanskreek	Ligt buiten concentratiegebieden van duikeenden, niet in de omgeving van hoogwatervluchtplaatsen, broedgebieden etc. en op enige afstand van een laagwaterfoerageergebied. Op basis hiervan wordt het effect van MZI's op vogels ingeschat als geen effect.	A

7.4 Effecten op zeehonden

Zoals gezegd staan de zeehonden in de Deltawateren onder druk (zie paragraaf 6.4) Door de bouw van de Deltawerken is het aanbod van ligplaatsen veranderd, ook is de toegang tot de Oosterschelde veranderd. Ook het menselijk gebruik van het gebied zeer geïntensiveerd (m.n. toerisme). Aantallen doorvaarten, van zowel beroeps als pleziervaart is een veelvoud van hetgeen in de Waddenzee gezien wordt. Bovendien is het aantal dieren dat in het gebied dood aanspoelt relatief hoog. Omdat deze gebieden enigszins beschermd zijn, is de Oosterschelde in potentie gebied dat als voortplantingsgebied zouden kunnen dienen. In tegenstelling tot de Voordelta wordt er in de Oosterschelde zeer weinig zeehonden geboren. De meeste geboorten vinden plaats in de (drukke) Westerschelde.

Bij de effect analyse is nagegaan welke zoeklocaties interfereren met zeehondenligplaatsen in de Oosterschelde. Er is echter weinig informatie bekend over de zeehonden in de Oosterschelde en de locatiespecifieke gevoeligheid van de zeehonden voor verstoringen. Het resultaat is samengevat in Tabel 23.

Tabel 23 Ordening van MZI locaties Oosterschelde op basis van potentiële verstoringeffecten op zeehonden.

Legenda:

A	geen effect verwacht
B	gering effect mogelijk
C	matig effect mogelijk
D	groot effect mogelijk

	Locatie	Afstand tot zeehondenligplaats (meter)	Effect analyse	Eindoordeel
A	Neeltje Jans	1000	Dichtbij een ligplaats met zeer weinig zeehonden. Dichtbij de Roompotsluis en een vaargeul met redelijk veel scheepvaart. Gering effect verwacht.	B
B	Groot Vuilbaard	1600	Idem als bij A.	B
C	Roggenplaat	1000	Niet ver van de meest gebruikte zeehondenligplaatsen van de Oosterschelde en daardoor verstoring mogelijk. Lage scheepvaartintensiteit in het gebied. De vaarroute naar de MZI locatie loopt in zuid-oostelijke richting en zal de ligplaatsen niet passeren. Gering effect verwacht.	B
D	Schaar van Colijnsplaat	2000	Redelijk ver van zeehondenligplaats. Geen effect verwacht	A
E	Vuilbaard	3200	Idem als bij D.	A
F	Nunnenplaat	1000	Niet ver van zeehondenligplaats en daardoor verstoring mogelijk, gering effect	B
G	Zeelandbrug	3600	Geen effect verwacht	A
H	Oostkant Zeelandbrug	2200	Geringe effecten verwacht indien MZI zo ver mogelijk van de Vondelingsplaat	B
I	Noord Beveland	3000	Ver van zeehondenligplaats. Geen effect verwacht	A
J	Vondelingsplaat	800	Nabij een drukke noord-zuid scheepvaartroute. Gering effect verwacht.	B
K	Slikken van Vianen	3600	Ver van zeehondenligplaats. Geen effect verwacht	A
L	Krammer	13600	Zeer ver van zeehondenligplaats. Geen effect verwacht	A
M	Kom Yerseke Bank	1400	Geen effect verwacht, want hier worden geen zeehonden gezien	A
N	Tholense gat	3600	Idem als bij M.	A
O	Kom Pietermanskreek	4000	Idem als bij M.	A

7.5 Overzichtstabel

De resultaten van de analyse uit de voorgaande paragrafen uit dit hoofdstuk zijn verzameld in Tabel 24. Daaruit blijkt dat de bodemeffecten wat meer differentiatie laten zien dan in de andere gebieden. Dit hangt samen met de wat in de ecotopenkaart als laagdynamisch aangeduide omstandigheden in de Oosterschelde. Verder zijn er geringe dan wel beperkte effecten mogelijk in de zin van verstoring van vogels en zeehonden. Dit geldt met name voor de gebieden nabij de oevers en de platen wat betreft de vogels, en Roggenplaat en Nunnenplaat voor zeehonden. De draagkracht score hangt samen met de waterverblijftijd en de hoeveelheid filterfeeders die in de kom relatief hoog zijn waardoor de ruimte voor MZI's aldaar relatief beperkt is.

Tabel 24 Overzicht van het resultaat van de ecologische analyse van MZI-locaties in de Oosterschelde.

Legenda:

score	Draagkracht	Overige ecologische criteria
A	relatief veel ruimte voor MZI	geen effect verwacht
B	geringe beperking in ruimte voor MZI	gering effect mogelijk
C	beperkingen in ruimte voor MZI	matig effect mogelijk
D	relatief weinig ruimte voor MZI	groot effect mogelijk

Locatie		Draagkracht		Bodem		Vogels		Zeehonden
A	Neeltje Jans	A		B		C		B
B	Groot Vuilbaard	A		C		A		B
C	Roggenplaat	A		B		C		B
D	Schaar van Colijnsplaat	A		A		A		A
E	Vuilbaard	A		C		B		A
F	Nunnenplaat	A		C		B		B
G	Zeelandbrug	B		A		A		A
H	Oostkant Zeelandbrug	B		C		A		B
I	Noord Beveland	B		A		B		A
J	Vondelingsplaat	B		C		A		B
K	Slikken van Vianen	C		C		C		A
L	Krammer	C		C		C		A
M	Kom Yerseke Bank	D		C		A		A
N	Tholense gat	D		C		A		A
O	Kom Pietermanskreek	D		C		A		A

8 Discussie, conclusies en aanbevelingen

8.1 Discussie

In dit rapport zijn de mogelijke ecologische effecten van MZI's in verschillende zoekgebieden in de Waddenzee, Oosterschelde en Voordelta beschreven. Het doel is aan te geven of, en zo ja welke, ecologische functies aan de orde zijn bij toepassing van MZI's in de gegeven zoekgebieden en welke effecten kunnen optreden. De zoekgebieden zijn opgegeven door LNV. De analyse is gebaseerd op beschikbare kennis over mogelijke effecten van MZI's. De nadruk is gelegd op effecten die specifiek zijn voor de verschillende zoekgebieden; effecten die niet ruimtelijk te differentiëren zijn, zoals zwerfvuil, zijn niet verder uitgewerkt.

Op grond van eerder onderzoek (Scholten et al., 2007) is de analyse gericht op effecten op voedselbeschikbaarheid in de waterkolom (draagkracht), effecten van depositie op de bodem en effecten van verstoring op vogels en zeehonden.

Eerdere studies naar effecten van MZI's (Scholten et al., 2007; Kamermans & Smaal, 2009) zijn niet direct toepasbaar op de schaal die nu in het beleidsplan worden voorzien. Ten eerste omdat deze schaal in de praktijk nog niet bestaat en ten tweede omdat effecten van bestaande MZI's nog slechts fragmentarisch in kaart zijn gebracht. Empirische studies van MZI effecten zijn tot nu toe gericht geweest op lokale effecten op de samenstelling van de bodem en het benthos, en er zijn anekdotische waarnemingen over mogelijke effecten op vogels. Er is ook gelet op het voorkomen van zeehonden maar daar zijn geen meldingen van ontvangen. De beschikbare kennis berust dus voornamelijk op de literatuur en op expertkennis.

Dit is in dit rapport samengebracht en nader geanalyseerd om per criterium een relatieve rangorde op te stellen van de zoekgebieden. Dit is van belang bij de keuze van te vergunnen locaties en als basis voor de op te stellen passende beoordeling van de te maken beleidskeuzen. Onderhavig rapport is dus geen passende beoordeling, maar levert wel informatie op voor een passende beoordeling.

Draagkracht

Wat betreft effecten op voedselbeschikbaarheid in de waterkolom is de benadering gekozen om deelgebieden te vergelijken wat betreft de verblijftijd van het water, de gemiddelde voedselhoeveelheid en (voor zover bekend) de omvang van het filterfeeder bestand. Dit levert een rangorde op die betekent dat er in de lager geclassificeerde gebieden in principe minder ruimte is voor MZI's dan in de overige gebieden. Omdat de waterkolom goed gemengd is en de getijbeweging zorgt voor transport over aanzienlijke afstanden, is het zonder gedetailleerde modellen niet mogelijk de draagkracht te bepalen per zoekgebied.

Voor de interpretatie van effecten op draagkracht zal rekening gehouden moeten worden met neveneffecten van maatregelen in het kader van het mosselconvenant. Dit betreft onder meer:

= toevoer van mosselzaad van elders dat mogelijk in de Waddenzee verder opgekweekt wordt op percelen. In het kader van het mosselconvenant is er sprake van dat het bestaande verbod op toevoer van mosselzaad vanuit de Oosterschelde of via import zal worden opgeheven. Dit zal leiden tot toename van de hoeveelheid mosselzaad in de Waddenzee die eveneens een beslag op de draagkracht zal leggen.

= De ontwikkeling van wilde mosselbanken in de gesloten gebieden waardoor er een extra biomassa-ontwikkeling plaats vindt. Dit is met name aan de orde in de westelijke Waddenzee. Aangezien deze ontwikkeling zal worden gemonitord komen er gegevens beschikbaar over de omvang van de hier ontstane bestanden.

Deze aspecten zijn nu nog niet zodanig ruimtelijk te differentiëren dat er in de rangorde van de zoekgebieden rekening mee gehouden kan worden, en zijn dus niet in deze analyse betrokken.

Bodem

Effecten op de bodem zijn wel lokaal verschillend, afhankelijk van de omvang van de MZI's en – in dit geval relevant – van de karakteristieken van de gebieden. Voor het laatste is gebruik gemaakt van het zoute water ecotopen stelsel (ZES) (Bouma et al. 2005). Dit stelsel beschrijft ruimtelijk verschillende gebieden in de zoute

wateren op basis van onder meer hydrodynamica en sedimentsamenstelling. Zoeklocaties die gelegen zijn in gebieden met kwetsbare habitats kunnen worden onderscheiden van andere zoekgebieden. Het blijkt dat de effecten op de bodem over het algemeen niet veel verschil vertonen tussen de zoeklocaties; alleen in de Oosterschelde zijn er in de relatief luwe gebieden enige effecten te verwachten. Hierbij kan niet worden aangegeven of deze nadelig of juist positief zijn voor het bodemleven.

Vogels

Voor de vogels is vooral gekeken naar mogelijke verstoring van vogelconcentraties. Daarbij is de vraag in hoeverre MZI's negatieve effecten teweeg brengen. De analyse van mogelijke effecten van MZI's binnen de zoekgebieden is vooral geënt op het voorkomen van nabijgelegen rust- en ruillocaties. Het verschil is relatief omdat over de effecten van MZI's op vogels nog geen kwantitatieve kennis voorhanden is en het verband tussen verstoring en respons van de populatie hier bij in de beschouwing betrokken zou moeten worden.

Zeehonden

Voor de zeehonden is aangegeven waar zich zeehonden lig- en zoogplaatsen bevinden en in hoeverre MZI gebonden activiteiten mogelijk risico voor de zeehonden opleveren. Daarbij is verstoring van zeehonden gebruikt als maat voor mogelijk risico. Hierbij kan men door gebrek aan kennis onvoldoende inschatten hoe de verstoring van dieren in het water de populatie zal beïnvloeden.

Verstoringonderzoek is tot nu toe gericht op effecten van recreatie, maar er zijn geen gegevens over verstoring gerelateerd aan MZI gebruik. Op basis van bestaande kennis is er een rangorde aangebracht in zoekgebieden, gebaseerd op de afstand tussen de ligplaats, het aantal dieren, en de relatieve rol die de ligplaats in het gebied vervult.

Een belangrijke vraag is wat verstoring betekent voor de populatieontwikkeling. Dit kan een grote rol spelen bijvoorbeeld bij (deel) populaties van zeehonden die onder druk staan, zoals in het Deltagebied. Maar ook in de Waddenzee, waar de populatie zeer goed herstelt en waar sprake is van gestage groei van de populatie.

Zwerfvuil

Hoewel de huidige stand van kennis misschien geen hard bewijs levert voor negatieve effecten van macro-zwerfvuil van de huidige MZI's, levert de algemene kennis van zwerfvuilproblematiek wel degelijk grond voor eisen aan verdere verbetering van materialen, constructies en procedures, in het bijzonder aan het materiaal waarop het mosselzaad zich moet vestigen en waarvan het wordt afgeborsteld of geschraapt.

8.2 Conclusies

In Tabel 25 staat het eindresultaat van de ecologische analyse voor alle 49 geanalyseerde potentiële MZI locaties in de Waddenzee, Voordelta en Oosterschelde. In Tabel 26 staan deze MZI locaties gerangschikt naar het totale effect uit de ecologische beoordeling. Daaruit blijkt het volgende:

- Voor 15 locaties worden alleen maar geen en/of geringe ecologische effecten verwacht.
- Er zijn 16 locaties met voor een van de vier onderzochte ecologische criteria een matig effect, terwijl de andere criteria geen effect dan wel geringe effecten hebben.
- Voor 18 locaties is voor minstens twee criteria een matig effect, dan wel voor minstens één criterium een groot effect ingeschat.

Op basis van deze studie kan een keuze worden gemaakt van een redelijk groot aantal locaties waarvoor geen omvangrijke nadelige effecten van MZI toepassingen worden verwacht. Deze locaties bevinden zich in de Waddenzee, Voordelta en Oosterschelde, met een evenredige verdeling over deze gebieden.

De volgende conclusies kunnen worden getrokken ten aanzien van de beschouwde ecologische criteria.

Draagkracht van gebieden is relatief groot bij een korte verblijftijd van het water en een relatief hoog voedselgehalte; de effecten zijn afhankelijk van de omvang van de MZI's en deze kan worden aangepast aan de draagkracht per gebied.

Effecten van MZI's op de bodem kunnen worden verwacht in gebieden met laagdynamische bodems; deze komen met name in de Oosterschelde voor; in deze sedimentatiegebieden is er van nature een relatief hoog slibgehalte waardoor het absolute effect beperkt zal blijven.

Verstoring door werkzaamheden aan de MZI's kan gevolgen hebben voor vogels en zeehonden. Voor enkele gebieden is aangegeven dat deze vrij dicht bij vogel- en zeehondenconcentraties liggen met kans op verstoring.

Mits monitoring van de vorming van microplastic verontreiniging en gekoppelde verbeteringen in materialen en processen worden verwezenlijkt en geregeld worden geëvalueerd, is te verwachten dat geen grote effecten van zwerfvuil op habitattypen en doelsoorten zullen optreden.

8.3 Aanbevelingen

Deze analyse is gebaseerd op bestaande kennis, onder andere opgedaan door de experimentele MZI van de afgelopen jaren en de evaluatie daarvan (Kamermaans & Smaal (2009); Scholten et al. (2007)). Desondanks zijn er een aantal leemten in kennis aangeduid:

Mosselpercelen

Bij de ecologische analyse van de MZI zoekgebieden is nog geen rekening gehouden met de aanwezigheid van mosselpercelen omdat er geen onderscheid is gemaakt tussen zoekgebieden boven mosselpercelen en zoekgebieden zonder mosselpercelen. De wederzijdse invloed van mosselpercelen en MZI kan verder worden onderzocht met speciale aandacht voor lokale effecten op depositie en draagkracht. Ook de aanwezigheid van MZI's boven mosselpercelen is niet meegenomen.

Vogels

Vooralsnog is niet bekend of MZI's ook worden gebruikt als foerageplaats voor schelpdieretende duikeenden. Ook is niet goed bekend in hoeverre de MZI's worden gebruikt als rustplaats.

Zeehonden

Er is weinig bekend over onderlinge verschillen tussen geulen als foerageergebied en trekroute naar de Noordzee. Het gedrag en de verstoring gevoeligheid van zeehonden zou nog verder moeten worden onderzocht om de locatiespecifieke beoordeling van zeehonden met betrekking tot MZI activiteiten (en andere gebruiksfuncties) te verbeteren. Dit geldt met name voor de Oosterschelde en de Voordelta.

Vis

Het wordt momenteel onwaarschijnlijk geacht dat vis wordt ingevangen in de MZI systemen. Verdere monitoring zou dit moeten bevestigen.

Zwerfvuil

Er is beperkte concrete kennis met betrekking tot MZI's en zwerfvuil. Een belangrijke kennisleemte wordt gevormd doordat er geen gegevens zijn over de schaal waarin microplastic verontreiniging direct vrijkomt bij MZI activiteiten, en de karakteristieken van het vrijkomend materiaal (vorm en materiaaleigenschappen, ook op langere termijn). Dergelijke emissies moeten nader onderzocht voor verschillende MZI vormen.

Op de langere termijn lijkt het voor de continuïteit van de sector zeker relevant om te investeren in de ontwikkeling van net- en touwmateriaal waarop mosselzaad wel goed vestigt en groeit, maar waarvan vrijkomende micro-elementen snel volledig afbreken en geen langdurig probleem zullen zijn.

Tot slot dient bij voortdurende onderzoek te worden hoe materiaalkeuze, constructies en werkprocedures een bijdrage kunnen leveren aan de reductie van macro-plastic verontreiniging.

Monitoringprogramma

In 2009 heeft LNV een uitgebreid monitoring programma van MZI effecten op draagkracht, bodem en verstoring opgezet met een voorgenomen looptijd tot en met 2014.

Voor wat betreft cumulatie van effecten is het belangrijk te zorgen voor een goede monitoring van effecten op soorten en habitattypen en de menselijke activiteiten. Daarbij zijn tijdige terugkoppelingsmechanismen relevant, om zo nodig een activiteit bij te kunnen sturen. De monitoringgegevens zouden moeten bijdragen aan het opvullen van leemten in kennis.

Tabel 25 Overzicht van het resultaat van de ecologische beoordeling van alle zoekgebieden in alle gebieden.

Legenda:

score	Draagkracht	Overige ecologische criteria
A	relatief veel ruimte voor MZI	geen effect verwacht
B	geringe beperking in ruimte voor MZI	gering effect mogelijk
C	beperkingen in ruimte voor MZI	matig effect mogelijk
D/E	relatief weinig ruimte voor MZI	groot effect mogelijk

Gebied	Locatiecode	Locatiennaam	Draagkracht	Bodem	Vogels	Zeehonden
Waddenzee	Marsdiep / Texelstroom					
	A	Marsdiep - De Hors	A	A	B	B
	B	Malzwin west	A	A	B	B
	C	Malzwin (uitgebreid)	A	A	B	B
	D	Zuidwal	A	A	B	C
	E	Visjagersgaatje	D	A	A	C
	F	Oudeschild	A	A	B	A
	G	Texelstroom – Bollen	A	A	A	C
	H	Bollen Noord	A	A	B	C
	I	Scheer	A	A	B	B
	J	Burgzand	A	A	B	B
	K	Vogelzand	A/B	A	B	B
	L	Nesserzand	B	A	B	A
	M	Scheurrak	B	A	B	A
	N	Gat van Stompe	B	B	C	A
	O	Vlieter	B	A	C	A
	P	Doove Balg	C	A	A	B
	Q	Afsluitdijk	C	A	A	B
	Eierlandse Gat					
	R	Eierlandse Gat - Vliehors	E	A	C	D
	S	Eierlandse Gat- Vogelzwin	D	A	C	D
	Zeegat van 't Vlie / Vliestroom					
	T	Engelse Hoek	A	A	A	D
U	Westmeep	A	A	C	C	
V	Zuidmeep	A	A	C	C	
W	Griend	C	B	B	C	
X	Harlingen	C	B	A	A	
Oostelijke Waddenzee / Friese Gat						
Y	Zoutkamperlaag	D	B	A	A	
Z	Oort	D	B	A	B	
Voordelta	A	Ribben	A	B	B	C
	B	Slijkgat	A	B	B	A
	C	Haringvlietdam	A	B	C	A
	D	Springersdiep	A	B	D	B
	E	Aardappelenbult	A	A	C	D
	F	Schaar van Renesse	A	A	D	B
	G	Krabbegat	A	A	A	A
	H	Noordland	A	A	A	A
Oosterschelde	A	Neeltje Jans	A	B	C	B
	B	Groot Vuilbaard	A	C	A	B
	C	Roggenplaat	A	B	C	B
	D	Schaar van Colijnsplaat	A	A	A	A
	E	Vuilbaard	A	C	B	A
	F	Nunnenplaat	A	C	B	B
	G	Zeelandbrug	B	A	A	A
	H	Oostkant Zeelandbrug	B	C	A	B
	I	Noord Beveland	B	A	B	A
	J	Vondelingsplaat	C	C	A	B
	K	Slikken van Vianen	C	C	C	A
	L	Krammer	C	C	C	A
	M	Kom Yerseke Bank	C	C	A	A
	N	Tholense gat	D	C	A	A
O	Kom Pietermanskreek	D	C	A	A	

Tabel 26 Rangschikking van alle zoekgebieden naar het totale effect uit de ecologische beoordeling.
(WZ=Waddenzee; OS=Oosterschelde; VD=Voordelta)

Legenda:

score	Draagkracht	Overige ecologische criteria
A	relatief veel ruimte voor MZI	geen effect verwacht
B	geringe beperking in ruimte voor MZI	gering effect mogelijk
C	beperkingen in ruimte voor MZI	matig effect mogelijk
D/E	relatief weinig ruimte voor MZI	groot effect mogelijk

Relatieve positie	Locatie-code	Locatienaam	Gebied	Draagkracht	Bodem	Vogels	Zeehonden
1-3	D	Schaar van Colijnsplaat	OS	A	A	A	A
1-3	G	Krabbegat	VD	A	A	A	A
1-3	H	Noordland	VD	A	A	A	A
4-5	G	Zeelandbrug	OS	B	A	A	A
4-5	F	Oudeschild	WZ	A	A	B	A
6-14	L	Nesserzand	WZ	B	A	B	A
6-14	M	Scheurrak	WZ	B	A	B	A
6-14	I	Noord Beveland	OS	B	A	B	A
6-14	B	Slijkgat	VD	A	B	B	A
6-14	A	Marsdiep - De Hors	WZ	A	A	B	B
6-14	I	Scheer	WZ	A	A	B	B
6-14	J	Burgzand	WZ	A	A	B	B
6-14	B	Malzwin west	WZ	A	A	B	B
6-14	C	Malzwin (uitgebred)	WZ	A	A	B	B
15	K	Vogelzand	WZ	A/B	A	B	B
16-17	B	Groot Vuilbaard	OS	A	C	A	A
16-17	G	Texelstroom – Bollen	WZ	A	A	A	C
18-26	C	Haringvlietdam	VD	A	B	C	A
18-26	X	Harlingen	WZ	C	B	A	A
18-26	P	Doove Balg	WZ	C	A	A	B
18-26	Q	Afsluitdijk	WZ	C	A	A	B
18-26	E	Vuilbaard	OS	A	C	B	A
18-26	H	Bollen Noord	WZ	A	A	B	C
18-26	D	Zuidwal	WZ	A	A	B	C
18-26	A	Neeltje Jans	OS	A	B	C	A
18-26	O	Vlieter	WZ	B	A	C	A
27-31	H	Oostkant Zeelandbrug	OS	B	C	A	B
27-31	F	Nunnenplaat	OS	A	C	B	B
27-31	A	Ribben	VD	A	B	B	C
27-31	N	Gat van Stompe	WZ	B	B	C	A
27-31	C	Roggenplaat	OS	A	B	C	B
32-34	M	Kom Yerseke Bank	OS	C	C	A	A
32-34	U	Westmeep	WZ	A	A	C	C
32-34	V	Zuidmeep	WZ	A	A	C	C
35	J	Vondelingsplaat	OS	C	C	A	B
36	W	Griend	WZ	C	B	B	C
37-38	K	Slikken van Vianen	OS	C	C	C	A
37-38	L	Krammer	OS	C	C	C	A
39	T	Engelse Hoek	WZ	A	A	A	D
40-41		Zoutkamperlaag	WZ	D	B	A	A
40-41	F	Schaar van Renesse	VD	A	A	D	B
42-43		Oort	WZ	D	B	A	B
42-43	D	Springersdiep	VD	A	B	D	B
44-47	N	Tholense gat	OS	D	C	A	A
44-47	O	Kom Pietermanskreek		D	C	A	A
44-47	E	Visjagersgatje	WZ	D	A	A	C
44-47	E	Aardappelenbult	VD	A	A	C	D
48	S	Eierlandse Gat- Vogelzwin	WZ	D	A	C	D
49	R	Eierlandse Gat - Vliehors	WZ	E	A	C	D

9 Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2000 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 08602-2004-AQ-ROT-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2009. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Het laatste controlebezoek vond plaats op 22-24 april 2009. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Milieu over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 27 maart 2013 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

Referenties

- Baptist, H.J.M., P.L. Meininger (red.), Arts, F.A., Berrevoets, C.M., Strucker, R.C.W., van Swelm, N.D., & Wolf, P.A. (1996) Vogels van de Voordelta 1975-95. Rapport RIKZ 96.018, Middelburg, 162 p.
- Batten, L.A. (1977) Sailing on reservoirs and its effects on waterbirds. *Biological Conservation*, 11, 49-58.
- Bouma H., de Jong D.J., Twisk F. & Wolfstein K. (2005) Zoute wateren Ecotopenstelsel (ZES.1) Voor het in kaart brengen van het potentiële voorkomen van levensgemeenschappen in zoute en brakke rijkswateren. Rapport RIKZ/2005.024
- Braaksma, S.D. (1997) Zwemvogeltellingen Waddenzee 1985-1995. Gegevens van de schepen in dienst van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij binnen de Waddenzee. Rapport Directie Noord Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer & Visserij, Groningen, 77 p.
- Brasseur, S.M.J.M. & P.J.H. Reijnders (1994): Invloed van diverse verstoringsbronnen op het gedrag en habitatgebruik van gewone zeehonden: consequenties voor de inrichting van het gebied. IBN-rapport 113.
- Brasseur, S.M.J.M. & P.J.H. Reijnders (2001): Zeehonden in de Oosterschelde, fase 2. Effecten van extra doorvaart door de Oliegeul. Alterra rapport 353.
- Brinkman AG 2003. Biological processes in the EcoWasp ecosystem model. 1993. IBN Research Report 93/6. 111 pp.
- Brinkman AG & Smaal AC. 2003. Onttrekking en natuurlijke productie van schelpdieren in de Nederlandse Waddenzee in de periode 1976-1999. Alterra/RIVO. Alterra-rapport 888, 247 pp
- Brinkman AG. 2008. Nutriënt- en chlorofylgehalten in het westelijke en oostelijke deel van de Nederlandse Waddenzee; waarden en trends tussen 1980 en 2005 en mogelijke oorzaken daarvan. Wageningen IMARES Texel, Rapport C112/08. 365 pp (rapp+app).
- Camphuysen, C.J. & Leopold, M.F. (1994) Atlas of seabirds in the southern North Sea. IBN Research Report 94/6, NIOZ-report 1994-8, Texel, 126 p.
- Chamberlain J, Fernandes TF, Read P, Nickell TD, Davies IM (2001) Impacts of biodeposits from suspended mussel (*Mytilus edulis* L.) culture on the surrounding surficial sediments. *ICES J Mar Sci* 58:411-416
- Da-Costa, K. G. and R.C. Nalesso (2006). Effects of mussel fanning on macrobenthic community structure in Southeastern Brazil. *Aquaculture* 258(1-4): 655-663.
- Dankers, N., Cremer, J., Dijkman, E., Brasseur, S., Dijkema, K., Fey, F., de Jong, M., & Smit, C. (2007) Ecologische atlas Waddenzee. Wageningen IMARES, Texel.
- Dankers, N., M. Binsbergen, K. Zegers, R. Laane & M. Rutgers van der Loeff 1984. Transportation of water, particulate and dissolved organic and inorganic matter between a salt marsh and the Eems-Dollard Estuary, The Netherlands. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 19: 143-165.
- De Jong M., C. Smit & M. Leopold (in prep). Het voorkomen van Eiders en andere zee-eenden in de winter van 2008-2009 in de Waddenzee en de Noordzeekustzone. IMARES rapport
- De Mesel, I., Meesters, H.W.G., Meijboom, A., J.W.M. Wijsman, 2008. Impact van MZI's op organische koolstof in de bodem. Analyse aan de hand van het model DEPOMOD en veldmetingen. Onderzoeksproject Duurzame Schelpdiervisserij (PRODUS) - Deelproject 1 C. Rapport C037/08, IMARES.

- De Mesel, I., Smit, C., Craeymeersch, J., & Wijsman, J. (2009) Evaluatie effectiviteit gesloten gebieden in de Oosterschelde, Westerschelde en Voordelta. IMARES Rapport C015/09, Yerseke, 137 p.
- Delany, S. & Scott, D. (2002) Waterbird Population Estimates - Third Edition. Wetlands International Global Series No. 12, Wageningen, 226 p.
- Delany, S. & Scott, D. (2006) Waterbird Population Estimates - Fourth Edition. Wetlands International, Wageningen, 233 p.
- Dietrich, K. & Koepff, C. (1986) Wassersport im Wattenmeer als Störfaktor für brütende und rastende Vögel. Natur und Landschaft, 61, 220-225.
- Dirksen, S., Witte, R.H., & Leopold, M.F. (2005) Nocturnal movements and flight altitudes of common scoters *Melanitta nigra*. Research north of Ameland and Terschelling, February 2004. Rapport 05-062, Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Garthe, S. & Huppopp, O. (2004) Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index. Journal of Applied Ecology, 41, 724-734.
- Grant, J., A. Hatcher, D. B. Scott, P. Pocklington, C. T. Schafer and G. V. Winters (1995). A multidisciplinary approach to evaluating impacts of shellfish aquaculture on benthic communities. Estuaries 63: 269–275.
- Hartstein ND, Rowden AA (2004) Effect of biodeposits from mussel culture on macroinvertebrate assemblages at sites of different hydrodynamic regime. Mar Environ Res 57:339-357.
- Hartstein, N. D. and C. L. Stevens (2005). Deposition beneath long-line mussel farms. Aquac. Eng. 33(3): 192-213.
- Hartstein, N. D. (2005). Acoustical and sedimentological characterization of substrates in and around sheltered and open-ocean mussel aquaculture sites and its bearing on the dispersal of mussel debris. IEEE J. Ocean. Eng. 30(1): 85-94.
- Hatcher, A., J. Grant and B. Schofield (1994). Effects of suspended mussel culture (*Mytilus* spp.) on sedimentation, benthic respiration and sediment nutrient dynamics in a Coastal Bay. Mar. Ecol. Prog. Ser. 115: 219–235.
- Henkens, R.J.H.G. (1996) Watersport en watervogels op het IJmeer: recreatieseizoen 1994 en 1995. Report Adviesbureau SBW, Wageningen, 126 p.
- Hoekstein, M.S.J. & Lilipaly, S.J. (2002a) Vliegtuigtellingen van watervogels en zeezoogdieren in de Voordelta, 2000-2001. Rapport RIKZ/2002.004, Middelburg & Delta Project Management, Culemborg, 57 p.
- Hoekstein, M.S.J. & Lilipaly, S.J. (2002b) Vliegtuigtellingen van watervogels en zeezoogdieren in de Voordelta, 2001/2002 met gegevens van zeehonden in de Oosterschelde en Westerschelde. Rapport RIKZ/2002.051, Middelburg & Delta Project Management, Culemborg, 57 p.
- Hoekstein, M.S.J., Lilipaly, S.J., & Meininger, P.L. (2003) Vliegtuigtellingen van watervogels en zeezoogdieren in de Voordelta, 2002-2003. Rapport RIKZ/2003.046, Middelburg & Delta Project Management, Culemborg, 47p.
- Hübner, T. & Putzer, D. (1985) Störungsökologische Untersuchungen rastender Kormorane an niederrheinischen Kiesseen bei Störungen durch Kiestransport, Segel- Surf und Angelsport. Seevögel 6 (Special Issue), 122-126.
- Hume, R.A. (1976) Reactions of Goldeneyes to boating. British Birds, 69, 178-179.

- Kaiser, M.J., Galanidi, M., Showler, D.A., Elliott, A.J., Caldow, R.W.G., Rees, E.I.S., Stillman, R.A., & Sutherland, W.J. (2006) Distribution and behaviour of Common Scoter *Melanitta nigra* relative to prey resources and environmental parameters. *Ibis*, 148, 110-128.
- Kamermans, P & A.C. Smaal (2009): Evaluatie van de mosselzaadinvang (MZI) proefperiode 2008. IMARES rapport C022/09.
- Kamermans, P, M Poelman, E Meesters, I de Mesel, C Smit & S Brasseur (2008): Onderzoek naar Duurzame Schelpdiervisserij (PRODUS). Eindrapport deelproject 1C. IMARES rapport 075/08.
- Keller, V (1989) Variation in the response of crested grebes *Podiceps cristatus* to human disturbance – a sign of adaption? *Biological Conservation* 49: 31-45.
- Keller, V. (1992) Schutzzonen für Wasservögel zur Vermeidung von Störungen durch Menschen: wissenschaftliche Grundlagen und ihre Umsetzung in die Praxis. *Der Ornithologische Beobachter*, 89, 217-224.
- Koepff, C. & Dietrich, K. (1986) Störungen von Küstenvögeln durch Wasserfahrzeuge. *Die Vogelwarte*, 33, 232-248.
- Kraan, C., Piersma, T., Dekinga, A., & Fey, B. (2006) Bergeenden vinden Slijkgarnaaltjes en rust op nieuwe ruiplaats bij Harlingen. *Limosa*, 79, 19-24.
- Krijgsveld, K.L., S.M.J. van Lieshout, J. van der Winden & S. Dirksen (2004) Verstoringsgevoeligheid van vogels. Literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie. Rapport 03-187. Bureau Waardenburg /Vogelbescherming Nederland, Culemborg/Zeist.
- Krijgsveld, K.L., Smits, R.R., & van der Winden, J. (2008) Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie Vogelbescherming Nederland, Zeist / Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Leopold, M.F., van Damme, C.J.G., & van der Veer, H.W. (1998) Diet of cormorants and the impact of cormorant predation on juvenile flatfish in the Dutch Wadden Sea. *Journal of Sea Research*, 40, 93-107.
- Lindeboom, H.J., Dijkman, E.M., Bos, O.G., Meesters, E.H., Cremer, J.S.M., de Raad, I., van Hal, R., & Bosma, A. (2008) Ecologische atlas Noordzee ten behoeve van gebiedsbescherming. Wageningen IMARES, 289 p.
- LNV (2008): Startnotitie Ruimte voor mosselzaadinvanginstallaties (MZI's) Startnotitie beleidsproces opschaling MZI's. 5 december 2008.
- LNV (2009a): Leidraad aanwijzing artikel 20 Natuurbeschermingswet 1998 Waddengebied. www.minlennv.nl.
- LNV (2009b): MZI's: van zoekgebieden naar locaties. LNV document van april 2009.
- Lugert, J. (1988) Militär und Tourismus als Störfaktor für Enten und Gänse (Anatidae) in dem Naturschutzgebiet <Geltinger Birk>. *Seevögel*, 9, 44-47.
- Mattsson J, Linden O (1983) Benthic macrofauna succession under mussels, *Mytilus edulis* L. (Bivalvia), cultured on hanging long-lines. *Sarsia* 68:97-102
- Meesters, H.W.G., A.G. Brinkman, A.G. Meijboom, F.E. Fey-Hofstede, M.L. de Jong, P.W. van Leeuwen, C.M. Niemeijer, H. Verdaat, W. Lewis, 2007. IMARES Rapport C135/07.
- Meininger PL, RH Witte & J. Graveland (2003): Zeezoogdieren in de Westerschelde, knelpunten en kansen. RIKZ 2003.041 , Middelburg

- Miller, S.A., 1988. Movement and Activity Patterns of Harbor Seals at the Point Reyes Peninsula, California. BS Thesis, University of California, pp. 1–70.
- Ministerie van LNV (2008) Natura2000-gebieden. Ontwerp-aanwijzingsbesluiten van de 3e tranche, september-oktober 2008. (www.minlnv.nl).
- Mirto, S., Rosam, R.L., Danovaro, R. and Mazzola, A. (2000) Microbial and meiofaunal response to intensive musselfarm biodeposition in the coastal sediments of the Western Mediterranean. *Mar. Poll. Bull.*, 40:244–252.
- Mostert, K., Adriaanse, L.A., Meininger, P.L., & Meire, P.M. (1990) Vogelconcentraties en vogelbewegingen in Zeeland. Rapport Rijkswaterstaat GWA0-90-0.8.1, Middelburg / Universiteit Gent rapport WWE 13, 68 p. & kaartenbijlagen.
- Pearson, T. H. and R. Rosenberg (1978). Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment *Ocean. Mar. Bio. Rev.* 16: 229–311.
- Platteeuw, M. & Beekman, J.H. (1994) Verstoring van watervogels door scheepvaart op Ketelmeer en IJsselmeer. Disturbance of waterbirds by ships on lakes Ketelmeer and IJsselmeer. *Limosa*, 67, 27-33.
- Poot, M.J.M., Heunks, C., Prinsen, H.A.M., van Horssen, P.W., & Boudewijn, T.J. (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 06-244 Bureau Waardenburg, Culemborg, 187 p.
- Poot, M.J.M., Prinsen, H.A.M., Heunks, C., van Horsen, P.W., Boudewijn, T.J., & Dirksen, S. (2005) Evaluatierapportage: november 2004 t/m juni 2005. Perceel 4: Vogels. Nulmeting in het kader van Monitoring en Evaluatieprogramma, project mainport Rotterdam - MEP MV2. Rapport 05-170 Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Poot, M.J.M., Schoute, P., Hoogenstein, L., Schoten, H.H., & den Held, A. (2007) Passende beoordeling huidig en toekomstig gebruik in Natura 2000-gebied Voordelta. Basis document voor maatregelen pakket beheerplan. Rapport Bureau Waardenburg / Witteveen+Bos, Culemborg, 224 p.
- Putzer, D. (1983): Segelsport vertreibt Wasservogel von Brut-, Rast- und Futterplätzen. *Mitteilungen der LÖLF* 8 . Heft 2. pp. 29-34
- Regiegroep Mosselconvenant (2009): Natuurlijk voorwaarts. Plan van Uitvoering Convenant Transitie Mosselsector en Natuurherstel Waddenzee. LNV, PO Mosselcultuur, Waddenvereniging, Stichting Wad.
- Reijnders, P. J. H. 1992. Retrospective Population Analysis and Related Future Management Perspectives for the Harbour Seal *Phoca vitulina* in the Wadden Sea. Netherlands Institute for Sea Research, 20, 193-197.
- Reijnders, P.J.H., S.M.J.M. Brasseur & A.G. Brinkman (2000): Habitatgebruik en aantalsontwikkelingen van gewone zeehonden in de Oosterschelde en het overige Deltagebied. Alterra rapport 078.
- Ries, E. H., Traut, I. M., Brinkman, A. G. & Reijnders, P. J. H. 1999. Net dispersal of harbour seals within the Wadden Sea before and after the 1988 epizootic. *Journal of Sea Research*, 41, 233-244.
- Rijkswaterstaat (2007) Natuurcompensatie Maasvlakte twee in de Voordelta. De inzet van kennis over de ecologie en morfologie van de Voordelta om het maatregelenpakket ter compensatie van de natuureffecten van de Tweede Maasvlakte te verantwoorden. Rapport RIKZ 2007.006.
- Scholten M.C.Th., F.A. Veenstra & R.H. Jongbloed (2007): Perspectieven voor mosselzaadinvang (MZI) in de Nederlandse kustwateren. Een evaluatie van de proefperiode 2006-2007. IMARES rapport C113/07.

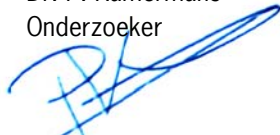
- Smaal AC, 2007, Onderzoeksplan Produs: www.wageningenimares.wur.nl/NL/aquacultuur/Produs/
- Spaans, B., Bruinzeel, L., & Smit, C.J. (1996) Effecten van verstoring door mensen op wadvogels in de Waddenzee en de Oosterschelde. IBN rapport 202, Wageningen, 134 p. .
- Strucker, R.C.W., Hoekstein, M.S., & Meininger, P.L. (2005) Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2004, met een samenvatting van 2003. Rapport RIKZ/2005.016, Middelburg / Delta ProjectManagement, Culemborg, 78 p.
- Strucker, R.C.W., Hoekstein, M.S., Wolf, P.A., & Meininger, P.L. (2006) Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2005. Rapport RIKZ/2006.008, Middelburg / Delta ProjectManagement, Culemborg, 80 p.
- Strucker, R.C.W., F.A. Arts, S. Lilipaly, C.M. Berrevoets & P.L. Meininger (2007) Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2005/2006. Rapport RIKZ/2007.005, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.
- Thiel, M., Nehls, G., Brädger, S., Meissner, J., 1992. The impact of boating on the distribution of seals and moulting ducks in the Wadden Sea of Schleswig-Holstein. In: Dankers, N., Smit, C.J., Scholl, M. (Eds.), Proceedings of the 7th International Wadden Sea Symposium, Ameland, 22–26 October, 1990. Netherlands Institute for Sea Research, Den Burg, pp. 221– 233.
- Thompson, R.C.; Moore, C.J.; vom Saal, F.S.; & Swan, S.H. (Eds.) 2009. Plastics, the environment and human health. Philosophical Transactions of the Royal Society B 364 (nr 1526 Theme Issue) pages 1969-2166).
- V&W (2008) Beheerplan Voordelta. Spelregels voor natuurbescherming. Juli 2008, 138 p.
- Van Franeker, J.A.; & the SNS Fulmar Study Group 2008. Fulmar Litter EcoQO monitoring in the North Sea - results to 2006.. IMARES Report nr C033/08. Wageningen IMARES, Texel. 53pp
- Van Franeker, J.A.; Meijboom, A.; De Jong, M.; & Verdaat, H. (2009) Fulmar Litter EcoQO Monitoring in the Netherlands 1979-2007 in relation to EU Directive 2000/59/EC on Port Reception Facilities.. Wageningen IMARES Report nr C032/09. Wageningen IMARES, Texel. 39pp..
- Van Kleunen, A. (2000) Verspreiding en habitatvoorkeur van eenden en steltlopers in de Ooster- en Westerschelde. Op basis van laagwater vogelkartering in januari en februari 1990. Werkdocument RIKZ/OS/2000.806X, Middelburg, 140 p.
- Van Roomen, M., van Winden, E., Koffijberg, K., van den Bremer, L., Ens, B., Kleefstra, R., Schoppers, J., Vergeer, J.-W., SOVON Ganzen- en Zwanenwerkgroep, & Soldaat, L. (2007) Watervogels in Nederland in 2005/2006. Waterdienst-rapport BM07.09, SOVON-monitoringrapport 2007/03. SOVON Vogelonderzoek, Beek-Ubbergen, 182 p.
- Verdaat, H.J.P. (2006) Gebiedsgebruik, gedrag en verstoring van Roodkeelduikers (*Gavia stellata*) in de Voordelta. Afstudeerproject ter ondersteuning van de Nulmeting in het kader van het Monitoring en Evaluatie Programma, Project Mainport Rotterdam PMR – MEP MV2. Rapportnr. 06-144, Bureau Waardenburg, Culemborg / Hogeschool Van Hall - Larenstein, Leeuwarden, 104 p.
- Vos, P. (1986) Plankzeilen en watervogels op het Gooimeer. Rapport Staatsbosbeheer, Afd. Sociol. Onderzoek, Utrecht, 41 p.
- Wiersinga, W.A., Tamis, J.E., Smit, C.J., Brinkman, A.G. & Jongbloed, R.H. (2009): Passende beoordeling voor mosselzaadinvang (MZI) in Nederlandse kustwateren. Wageningen IMARES rapport C089/09.
- Wintermans G, Dankers N, Leewis R, Molegraaf P, De Nooyer N, Reents S, Staeyert F & Wegman R. 1996. Ecotopes in the Wadden Sea. Habitatkartering en beschrijving van Nederlandse kustwateren, BEON-rapport 96-5.


Verantwoording

Rapport C089/09
Projectnummer: 430.51037.01

Verantwoording

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van Wageningen IMARES.

Akkoord: Dr. P. Kamermans
Onderzoeker
Handtekening: 
Datum: 7 oktober 2009

Akkoord: Drs. J.H.M. Schobben
Afdelingshoofd Milieu
Handtekening: 
Datum: 7 oktober 2009