

MONITORINGSPLAN HAVENMOND

FRISIA ZOUT BV

22 januari 2013
074907501:A - Definitief
C01022.100263.0500



Inhoud

1	Inleiding	3
1.1	Meetplan	3
1.2	Monitoringsplan	3
2	Monitoringsplan	5
2.1	Algemeen	5
2.2	Metingen	6
2.3	Stappenplan	11
3	Schema meetplan en monitoringsplan	16
Bijlage 1	Hand aan de kraan	18
Bijlage 2	Meetplan	20
Bijlage 3	Metingen en natuurlijke dynamiek	22
Bijlage 4	Beslisboom	24
Bijlage 5	Luchtfoto's, LIDAR, Remote Sensing	26
Bijlage 6	Spijkermetingen	28
Bijlage 7	Monitoringlocaties Vogels	30
Bijlage 8	Monitoringlocaties Kokkels, Mossels en Nonnetjes	32
Bijlage 9	Referenties	34
	Colofon	36

1

Inleiding

Dit **monitoringsplan** vormt samen met het **meetplan** de basis voor het winnen van zout onder de Waddenzee ‘met de hand aan de kraan’ (Bijlage 1). Het hand aan de kraan principe is geïntroduceerd bij de gaswinning onder de Waddenzee, als antwoord op het bestaan van enige marge in de te verwachten gevolgen van de bodemdaling van de pleistocene ondergrond door gaswinning.

1.1 MEETPLAN

De directe effecten van zoutwinning op de ligging van het pleistocene pakket worden vastgelegd met metingen, die zijn opgenomen in het meetplan. Met deze gegevens kan worden beoordeeld of de winning conform verwachting verloopt. In het geval van zoutwinning betreft dit de bepaling van het gewonnen zoutvolume en de metingen van bodemdaling. In bijlage 2 staat een beknopte beschrijving van het meetplan, de aanpak is in detail uitgewerkt in het Meetplan Havenmond, in overeenstemming met de Mijnbouwwet. Voor het gebied de Waddenzee betreft het metingen in de pleistocene ondergrond met behulp van grondankers, omdat het wadoppervlak onderhevig is aan autonome morfologische processen naast de zoutwinning. Met de metingen kan worden vastgesteld of de bodemdaling van de pleistocene ondergrond optreedt conform de verwachting. Indien de bodemdaling van de pleistocene ondergrond groter is dan verwacht, dan is het mogelijk om de winningstrategie aan te passen op een zodanige wijze dat de bodemdaling alsnog binnen de gestelde grens blijft.

1.2 MONITORINGSPLAN

De effecten op morfologie en ecologie die optreden ten gevolge van de voorgenomen zoutwinning passen binnen de natuurlijke dynamiek van de Waddenzee. Er is dus geen directe aanleiding voor het uitvoeren van een monitoring op deze effecten. Het in deze notitie gepresenteerde monitoringsplan is dan ook opgesteld vanuit het voorzorgsprincipe. Op basis van ervaring bij bodemdaling door de gaswinning is gekozen voor monitoring die worden uitgevoerd om de verwachte en onverwachte ontwikkelingen in het invloedsgebied vast te kunnen stellen. Het monitoringsplan omvat metingen die gericht zijn op het vastleggen van de ontwikkelingen in twee categorieën:

1. morfologische ontwikkelingen;
2. ecologische effecten die weer het gevolg zijn van de morfologische ontwikkelingen.

Op basis van de verwachte morfologische ontwikkeling is bepaald dat er geen ecologische effecten zullen optreden. Met modelsimulaties van de waterbeweging van een theoretische bodemdalingsschotel is bepaald hoe groot de effecten op stroming, saliniteit en dergelijke in deze situatie zullen zijn. Op basis hiervan is geconcludeerd dat ecologische effecten van deze factoren uitgesloten zijn (zie achtergrondrapport “Effecten van zoutwinning op de ecologische waarden in de Waddenzee”).

Het monitoringsplan is dusdanig ingericht dat dit een toegevoegde waarde levert voor een duurzame zoutwinning. De monitoring is gericht op de analyse van de trends. Hierbij wordt de samenhang tussen de indicatoren centraal gesteld, conform het leerproces bij de monitoring van de diepe delfstoffenwinning onder de Waddenzee (Gaswinning).

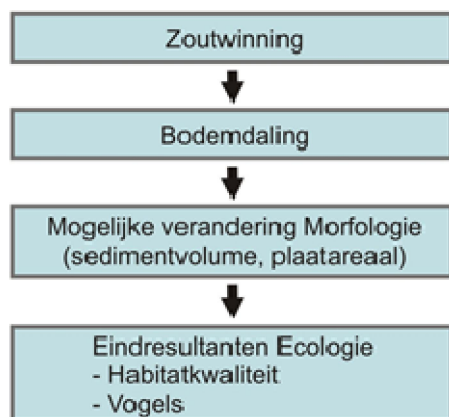
2

Monitoringsplan

2.1 ALGEMEEN

Het monitoringsplan is opgesteld vanuit het voorzorgsprincipe (zie paragraaf 1.2). De monitoring is opgezet om de analyse van trends mogelijk te maken. De samenhang tussen de indicatoren staat hierbij centraal, zoals is geleerd bij de monitoring van de diepe delfstoffenwinning onder de Waddenzee. Door gebieden te selecteren binnen en buiten het invloedsgebied van de zoutwinning kan een goede signalering plaatsvinden van de ontwikkelingen.

Samen met de 'Groene Wetenschap'¹ is een schema voor onderlinge afhankelijkheid opgesteld, waarin zoutwinning de aanleiding en bodemdaling van de pleistocene ondergrond het directe effect is. De veranderingen in morfologie zijn 1^e orde afgeleide effecten. De ecologische effecten zijn 2^e orde afgeleide effecten, dat wil zeggen dat ze alleen via de 1^e orde afgeleide effecten beïnvloed worden. Deze onderlinge afhankelijkheid stemt overeen met de aanpak in de MER gaswinning (NAM, 2006) en de MER zoutwinning (Frisia, 2010). In het toetsingsadvies van de commissie voor de milieueffectrapportages is geadviseerd om de opzet van het monitoringsplan te versterken en de adviezen zijn verwerkt in het plan.



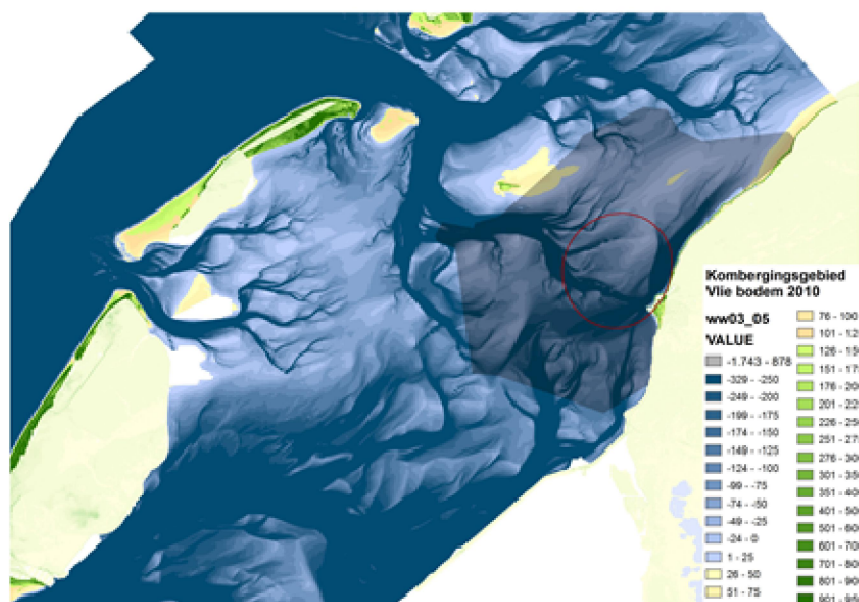
Hoe verder er wordt afgedaald in de effectketen, des te meer externe invloeden ontstaan op te meten indicatoren. Hierdoor is de relatie met zoutwinning steeds moeilijker vast te stellen. Het directe effect (bodemdaling) heeft een grote samenhang met de zoutwinning. De 1^e orde afgeleide effecten worden beïnvloed door de zoutwinning, maar tevens door een groot aantal andere factoren, zoals de 18,6 jarige cyclus in het getij. De 2^e orde afgeleide effecten worden beïnvloed door de 1^e orde afgeleide effecten én tevens door een groot aantal externe factoren. De effecten van zoutwinning zullen naar verwachting vele

¹ Tijdens de m.e.r.-procedure heeft Frisia de Groene Wetenschap, een commissie bestaande uit wetenschappers met relevante deskundigheid, opgericht. De Groene Wetenschap heeft gedurende de procedure advies gegeven over de te nemen stappen en onderzoeksmethoden.

malen kleiner zijn dan de effecten van de natuurlijke dynamiek en zullen daardoor wegvallen. In bijlage 3 wordt nader ingegaan op effectmetingen en natuurlijke dynamiek.

Op basis van het voorgaande is bij het samenstellen van de monitoring primair gekozen voor de monitoring van de abiotiek (1^e orde afgeleide effecten) en in beperkte mate vanuit het voorzorgprincipe de 2^e orde afgeleide effecten te monitoren. De monitoring is gericht op het inzichtelijk maken van trends. Afwijkingen van de trends zijn aanleiding om een verdere analyse uit te voeren. Hierbij zal in eerste instantie het accent komen te liggen op een vergelijking tussen meetgebieden (binnen invloedgebied versus buiten invloedgebied. Op deze manier wordt het inzichtelijk als het een trend is in het invloedgebied, dan wel in een ruimer gebied.

In de onderstaande kaart is de maximale uitbreiding van de bodemdalingsschotel (2 cm contour) na het winnen van 32 Mton zout aangegeven (rode cirkel), evenals het invloedgebied (donkere gebied rond de schotel).



Samenhang in metingen centraal

De metingen die zijn opgenomen in het monitoringsplan worden uitgevoerd om de verwachte en onverwachte ontwikkelingen in het invloedgebied te kunnen vaststellen. Zoals is geleerd bij de monitoring van de diepe delfstoffenwinning onder de Waddenzee, wordt de analyse uitgevoerd op de trends in de ontwikkelingen, waarbij de samenhang tussen de indicatoren centraal staat. Beschouwingen van één individuele parameter worden weinig zinvol geacht.

2.2 METINGEN

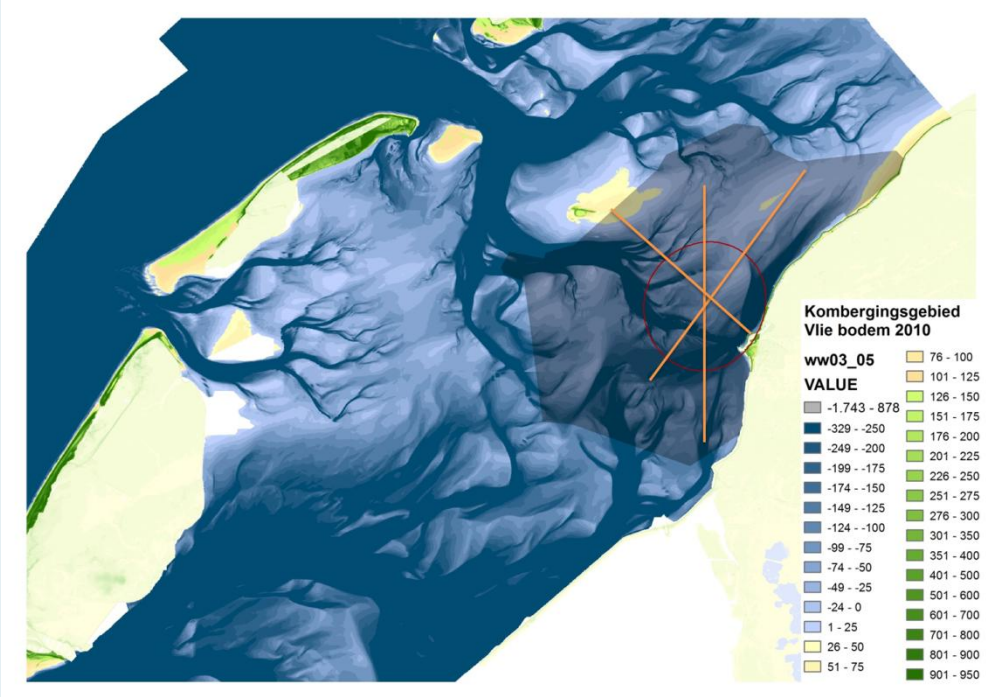
Het monitoringsplan omvat derhalve:

- A. Morfologische metingen: bodemligging van de Waddenzee
- B. Ecologische metingen (6 aspecten)

Ad A. Op basis van de morfologische metingen aan de bodemligging van het wad zal worden vastgesteld of de morfologische ontwikkelingen de voorspelde ontwikkelingen volgen.

Ad B. In overleg met vertegenwoordigers van de Groene Wetenschap en aangevuld door de Commissie voor de MER is een beperkt aantal parameters benoemd die uit voorzorg gemonitord zullen worden. Deze zes parameters vormen een goede doorsnede van de ecologische benutting van het bodemdalingsgebied. Het betreft: de schelpdieren: kokkels *Cerastoderma edule*, mossel *Mytilus edule* en nonnetje *Macoma baltica*; één schelpdieretende vogelsoort (Scholekster *Haematopus ostralegus*); één wormenetende vogelsoort (Bonte strandloper *Calidris alpina*) en de Kanoet (*Calidris canutus*).

Morfologie (Bodemligging)	
Karakteristiek	De morfologische metingen zijn de opnamen van de diepte van de geulen en de hoogte van de platen (de bodem van de Waddenzee). Op basis hiervan wordt vastgesteld welke veranderingen zich voordoen in de hoogte van de platen en in de diepte van de geulen en welke veranderingen optreden in de ligging van de geulen en de platen. De verwachte morfologische respons op de bodemdaling is een vereffening door de aanvoer van sediment uit de omgeving. Wanneer deze verwachte respons optreedt, dan zal dit niet in de bodemligging zichtbaar zijn. Het effect (een verlaging van de wadplaten en de geulbodems van maximaal enkele centimeters) is namelijk kleiner dan de nauwkeurigheid waarmee de bodemligging wordt gemeten. De nauwkeurigheid van de metingen van de bodemligging moet in verhouding staan tot de maximale grootte (worst case) van de effecten van de bodemdaling. Als de nauwkeurigheid kleiner is dan het maximale effect dat aan de wadbodem kan optreden, dan zullen de metingen geen informatie opleveren over de bodemligging. De nauwkeurigheid van de hoogte- en dieptemeting per meetpunt bedraagt afhankelijk van de methode enkele cm's. De nauwkeurigheid bij praktijktoepassing van de methodes blijkt minder groot te zijn dan de opgave van de meetinstrumenten, zoals is gebleken bij de analyse van de plaathoogtemetingen door Deltares, als onderdeel van de monitoring van de gaswinning in de Waddenzee. Naast de nauwkeurigheid van de methode bepaalt ook de natuurlijke variabiliteit van de bodem (bijvoorbeeld door de tijdelijke aanwezigheid van een sliblaag) de nauwkeurigheid bij toepassing. Bij het gebruik van de uitkomsten van de hoogte- en dieptemetingen voor het berekenen van ontwikkelingen wordt daarom een nauwkeurigheid van ± 10 cm aangehouden (zie ook bijlage 3). In de eerste jaren na de winning is het cumulatieve bodemdalingsvolume (over deze jaren) dermate klein, dat het effect altijd kleiner zal blijven dan de nauwkeurigheid van de metingen. Pas wanneer de bodemdaling 10 cm of meer bedraagt, over een oppervlakte die beduidend groter is (bijvoorbeeld 10 x) dan de ruimtelijke resolutie van de bodemliggingsmetingen (van 20 m x 20 m), dan zou deze kunnen worden waargenomen. Afhankelijk van de snelheid waarmee de winning zal plaatsvinden, kan deze situatie in 4 tot 8 jaar worden bereikt. Eerder meten is niet zinvol, omdat dan niet met enige zekerheid een effect kan worden vastgesteld.
Beschikbare bestaande metingen	- Vaklodingen 1 keer per 6 jaar (in opdracht van Rijkswaterstaat, onderdeel van de MWTL-Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands). - Beheerslodingen van de vaargeulen tenminste 1 keer per jaar
Relevantie bestaande metingen	Bestaande vaklodingsmetingen geven een goed inzicht in de ligging en daarmee in de ontwikkelingen van de platen en geulen. De vaklodingen geven ook een goed zicht in autonome ontwikkelingen van het sedimentvolume per kombergingsgebied. De beheerslodingen zijn beperkt tot de vaargeulen, waarvan de diepteligging deels wordt bepaald door baggeren. Vanwege de beperkte ruimtelijke dekking en de invloed van het baggeren zijn deze gegevens niet bruikbaar.

Morfologie (Bodemligging)	
Beschrijving aanvullende metingen	1 keer per jaar bodemliggingsmetingen ('nat': lodingen vanaf schip; droogvallende plaat: waterpassing/DGPS-LRK metingen te voet) in drie raaien in het invloedsgebied (circa 2 tot 3 maal de oppervlakte van de bodemdalingsschotel). In de onderstaande kaart is indicatief aangegeven hoe deze raaien zouden kunnen lopen. De exacte locatie kan nog veranderen, omdat bij de keuze van raaien nog geen rekening is gehouden met de praktische uitvoerbaarheid (bijvoorbeeld de toegankelijkheid – slibdekking – van de Vlakte van Oosterbierum). De meetraaien zullen niet in de directe nabijheid van de meetlocatie van de pleistocene ondergrond lopen, zodat lokale effecten rond deze locatie de metingen niet beïnvloeden. Door de raaien op die locaties te laten kruisen worden drie punten verkregen waar een onderlinge vergelijking van de metingen kan plaatsvinden. De ruimtelijke resolutie van de metingen sluit aan bij de omvang van de bodemdaling. De frequentie van de aanvullende metingen is relatief hoog, dat wil zeggen dat er vaak wordt gemeten in verhouding tot de omvang van de bodemdaling. Nog frequenter meten is niet noodzakelijk of nuttig omdat de mate van bodemdaling (van de diepe ondergrond) klein is ten opzichte van de meetnauwkeurigheid en er (seizoens-)variatie optreedt in de bodemligging.
	 Krommeringsgebied Vlie bodem 2010 ww03_05 VALUE -1.743 - 878 -329 - -250 -249 - -200 -199 - -175 -174 - -150 -149 - -125 -124 - -100 -99 - -75 -74 - -50 -49 - -25 -24 - 0 1 - 25 26 - 50 51 - 75 76 - 100 101 - 125 126 - 150 151 - 175 176 - 200 201 - 225 226 - 250 251 - 275 276 - 300 301 - 350 351 - 400 401 - 500 501 - 600 601 - 700 701 - 800 801 - 900 901 - 950
Onderbouwing aanvullende metingen	Met deze aanvullende metingen is voldoende kwaliteit op dit onderdeel van het monitoringsprogramma geborgd. Het voorgestelde monitoringsplan wijkt af van het programma bij de gaswinning op Ameland en Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. In aanvulling op de reguliere metingen van de bodemligging die door Rijkswaterstaat in het MWTL-programma worden uitgevoerd, conform de gaswinning, is bij de zoutwinning voorgesteld om wel aanvullende raaimetingen uit te voeren, maar geen LIDAR-hoogtemetingen of luchtfoto-opname van de platen en geen spijkermetingen uit te voeren. De motivering om deze metingen niet uit te voeren, is dat de helft van de bodemdalingsschotel zich permanent onder water bevindt en de metingen geen informatie opleveren voor dat deel van de bodemdalingsschotel. In bijlage 5 wordt nader ingegaan op luchtfoto's en LIDAR en in bijlage 6 op de spijkermetingen.

Tabel 1

Ecologie	
Karakteristiek	De Waddenzee is op basis van zijn ecologische waarde aangewezen als een van de Natura 2000-gebieden, met verschillende beschermde habitats en soorten. In de Passende Beoordeling wordt een overzicht gepresenteerd van de beschermde habitats en soorten in de Waddenzee. Op basis van de aanwezigheid in het invloedsgebied in combinatie met de ingreep-effectrelaties tussen de abiotische parameters en deze habitats en soorten is inzichtelijk gemaakt welke mogelijke ecologische effecten door de bodemdaling kunnen optreden. Alle mogelijke ecologische effecten door de bodemdaling zijn direct afhankelijk van het wel of niet optreden van morfologische veranderingen. De habitats, soorten en soortgroepen die via de morfologische veranderingen in theorie een effect kunnen ondervinden van de bodemdaling door zoutwinning zijn hier beknopt weergegeven: - Areaal droogvallende platen (H 1140 A)/Areaal permanent overstroomde zandbanken (H1110 A). - Kwaliteit van de habitats droogvallende platen en permanent overstroomde zandbanken. Kwaliteit wordt voor het studiegebied geïnterpreteerd als de aanwezigheid van voedsel voor de wadvogels in de vorm van schelpdieren, wormen en andere bodembewoners: het benthos. - Steltlopers die op de droogvallende platen foerageren. - Zee-eenden die op de permanent overstroomde zandbanken foerageren.
Beschrijving metingen	Effecten van de bodemdaling op de ecologie worden niet verwacht, omdat het morfologische effect van de bodemdaling wordt vereffend over een groot gebied en daarmee wegvalt binnen de trends in de plaatontwikkeling, binnen de natuurlijke variatie en wordt overprint door de natuurlijke erosie en sedimentatie. Vanwege het voorzorgsprincipe zullen wel de ecologische effecten op de droogvallende platen extra in de gaten worden gehouden. De aanvullende waarnemingen zullen worden gericht op zes sleutelsoorten die inzichtelijk maken of de kwaliteit van het habitat droogvallende plaat verandert en welke eventuele gevolgen dat heeft voor de foeragerende wadvogels. De sleutelsoorten voor de kwaliteit van het habitat droogvallende plaat zijn de algemeen voorkomende kokkels <i>Cerastoderma edule</i> en mossels <i>Mytilus edule</i> en het tegenwoordig minder algemene nonnetjes <i>Macoma baltica</i>. De sleutelsoorten voor de foeragerende steltlopers zijn de scholekster <i>Haematopus ostralegus</i>, bonte strandloper <i>Calidris alpina</i> en de kanoet <i>Calidris canutus</i>. Het type bemonstering van de schelpdieren zal (seizoen, methode, frequentie, dichtheid) overeenkomen met de bestaande bemonsteringen. Voor de metingen van de vogels zal een gebiedsspecifieke methode worden gekozen conform (locatie, frequentie) de bestaande metingen (zie 2.3 stappenplan). Er zijn 9 hoogwatervluchtplaatsen (HVP) geselecteerd voor de Scholekster <i>Haematopus ostralegus</i>, de Bonte strandloper <i>Calidris alpina</i> en de kanoet <i>Calidris canutus</i> (tellingen vinden plaats 5x per jaar) (bijlage 7). De HVP zijn zodanig gekozen dat er drie in de directe nabijheid van de bodemdalingsschotel liggen, vier in dezelfde kombergingsgebieden (Vlie en Marsdiep), maar buiten het bereik van de bodemdalingsschotel en het invloedsgebied. Daarnaast nog twee buiten de kombergingsgebieden maar niet onderhevig aan soortgelijke trajecten. Door meer dan een of twee gebieden te selecteren wordt de invloed van lokale effecten op de analyse beperkt. Daarnaast zijn er 9 analysegebieden geselecteerd (Bijlage 8) van circa 400 ha per stuk voor kokkels <i>Cerastoderma edule</i> en mossels <i>Mytilus edule</i> (tellingen vinden plaats 1x per jaar). Deze twee keer 9 locaties zijn verspreid gelegen op de droogvallende plaatgebieden, omdat dit het habitatype van

Ecologie	
	interesse is. De geometrie van deze gebieden sluit aan bij de reguliere monitoring van de schelpdierbestanden. Drie gebieden zijn geselecteerd in het invloedsgebied. Drie gebieden zijn geselecteerd buiten het invloedsgebied, maar in vloedkom Marsdiep of Vlie. Hierbij is gekozen voor gebieden waar geen andere bodemdaling (Zuidwal) plaatsvindt. De drie gebieden buiten het invloedsgebied en buiten de vloedkommen Marsdiep en Vlie zijn ook zo gekozen dat er geen andere bodemdaling ter plaatse optreedt. Door meer dan een of twee gebieden te selecteren wordt de invloed van lokale effecten op de analyse beperkt.
Onderbouwing metingen	Met deze metingen is voldoende kwaliteit op dit onderdeel van het monitoringsprogramma geborgd. De metingen leveren aanvullende informatie over de habitat en het gebruik van de droogvallende wadplaten. De gekozen soorten leveren een representatieve doorsnede voor dit habitat. Een uitgebreider meetplan is, gezien de verwachte afwezigheid van effecten, niet nodig. Metingen in de andere habitat, de permanent overstroomde zandbanken zijn niet noodzakelijk, omdat daar geen ecologische negatieve effecten kunnen optreden als gevolg van bodemdaling. Door de nadruk te leggen op de trends in de ontwikkelingen en eventuele afwijkingen kunnen deze gerichte metingen op de zes sleutelsoorten fungeren als signaleringsmetingen. De analyse van de trends zal plaatsvinden in samenhang met de analyse van de bodemdaling en de bodemligging, de individuele soorten fungeren niet als eigenstandige indicator. Om eventuele relaties met de zoutwinning te signaleren, zullen de metingen worden uitgevoerd in gebieden binnen het invloedsgebied van de zoutwinning en buiten het invloedsgebied, zowel binnen de vloedkommen van het Vlie en het Marsdiep als daarbuiten.

Tabel 2

In voorgaande komt naar voren dat er 3 deelgebieden worden onderscheiden.

1. Directe invloedsgebied (morfologie).
2. Vloedkommen (sediment delend systeem) Vlie en Marsdiep waar de bodemdaling als gevolg van zoutwinning is gelegen.
3. Aangrenzend gebied (referentie gebieden).

2.3 STAPPENPLAN

Frisia Zout mag haar gebruikruimte niet overschrijden. Deze wordt gemeten door middel van metingen, die zijn vastgelegd in het meetplan. Aanvullend hierop wordt uit voorzorg ook nog gemonitord op andere niet waarschijnlijke effecten. Het monitoringsplan kent 4 stappen.

1. Nulmeting;
2. Waarnemen/ metingen;
3. Jaarlijkse interpretatie van metingen;
4. Zes jaarlijkse evaluatie

Nulmeting

1. Morfologie
 - Wat: RWS lodingen. Hoe: Opvragen. Frequentie: 2010 en 2016. Waarom: Meest recente inzichten qua bodemligging dan bekend.
 - Drie raaien over invloedsgebied (zie paragraaf 2.2). Hoe: conform de Rijkswaterstaat Standaard Voorschriften in de categorie Hydrografie gevolgd (voor de varende metingen). Voor de hoogtemetingen (lopend) wordt een vertaling gemaakt van deze Standaard Voorschriften. Frequentie: 1 keer (2015). Waarom: Meer zicht op bodemligging directe invloedsgebied (zie paragraaf 2.2).

2. Ecologie

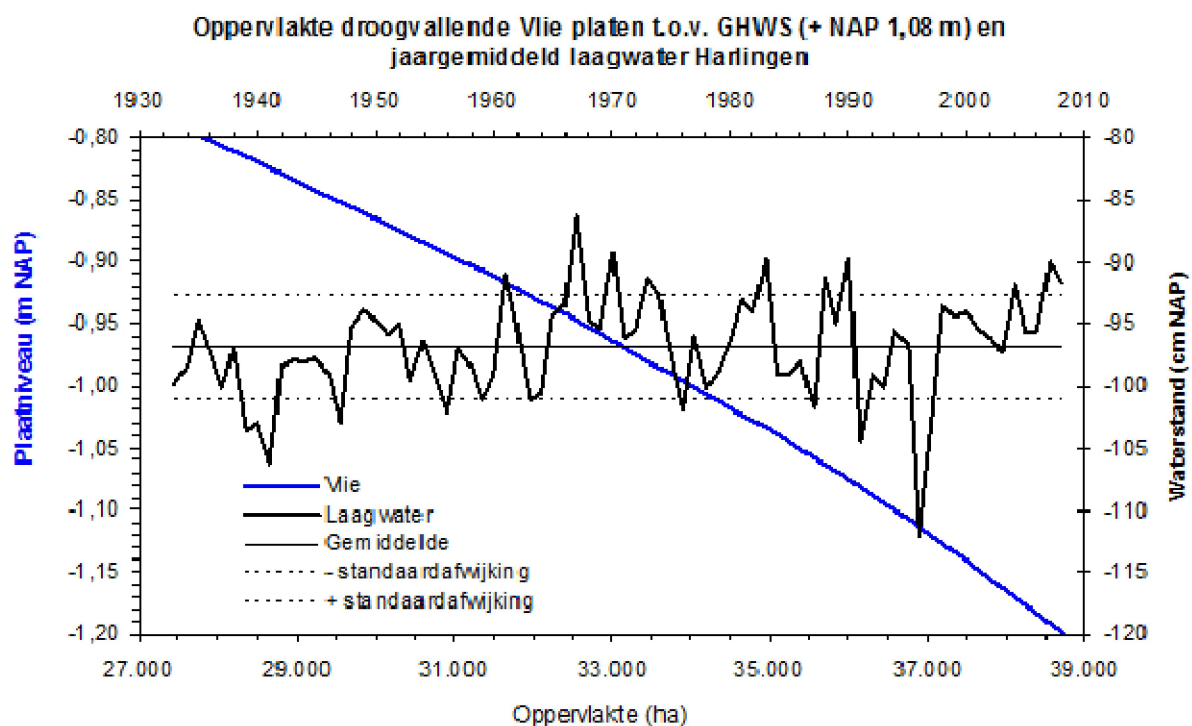
- Drie vogelsoorten op negen hoogwatervluchtplaatsen. Frequentie: 5 keer in 2015. Hoe: Conform methodieken watervogeltellingen zoals uitgevoerd in het nationale Netwerk Ecologische Monitoring (van Strien 2007, zie ook Ens e.a., 2012). Waarom: Zie paragraaf 2.2.
- Drie schelpdiersoorten op 9 deelgebieden (Bijlage 8). Frequentie: Eenmaal in 2015. Hoe: Conform methoden IMARES schelpdiersurveys, beschrijving o.a. in de Mesel, 2012. Waarom: Zie paragraaf 2.2.

3. Trendanalyse

Voor morfologie is data bruikbaar van na aanleg Afsluitdijk in 1932 (het morfologische systeem ontwikkeld zich vanaf dat moment tot in de planperiode volgens dezelfde trend).

Morfologie op vloedkomniveau: Hoogteligging droogvallende platen, autonome dynamiek bepalen door ontwikkeling arealen boven vaste maat (LAT – Lowest Astronomical Tide als theoretische ondergrens droogvallende plaat) uit vaklodingen Rijkswaterstaat en variatie in gemiddeld laag en hoogwater (op basis van MWTL metingen Rijkswaterstaat).

- Morfologie op vloedkomniveau: sedimentvolume en plaatareaal uit vaklodingen Rijkswaterstaat; de standaardafwijking wordt bepaald door de ± 10 cm afwijking die in de hoogteligging kan optreden.
- Morfologie op vloedkomniveau: gemiddelde waterhoogte en standaardafwijking uit gemiddeld laag- en hoogwater (op basis van MWTL metingen Rijkswaterstaat).
- Morfologie op vloedkomniveau integreren in het daadwerkelijk beschikbare droogvallende plaatareaal. In de grafiek is het oppervlakte droogvallende plaat in het kombergingsgebied van het Vlie weergegeven (blauwe lijn, linkeras), in combinatie met het jaargemiddelde laagwater in Harlingen (zwarte lijn, rechter as). Door de oppervlakte af te lezen bij de doorsnijding van het gemiddelde niveau van laagwater met de oppervlakte wordt het gemiddelde beschikbare areaal gevonden. Door de waarden van de oppervlakte bij de standaardafwijking af te lezen wordt duidelijk welke variatie optreedt in het beschikbare areaal droogvallende plaat door variaties in de laagwaterstanden.



Het oppervlakte droogvallende plaat in het kombergingsgebied van het Vlie (blauwe lijn, linkeras) en het jaargemiddelde laagwater in Harlingen (zwarte lijn, rechter as) – uit het achtergrondrapport ‘Tijdelijke effecten van zoutwinning op de ecologische waarden in de Waddenzee’.

- Morfologie op direct invloedgebiedsniveau: Hoogteligging, natuurlijke dynamiek bepalen door uit de vaklodingen van Rijkswaterstaat de hoogteligging van de raaien te bepalen. Per morfologisch element in de raai (geul of plaat) zal worden bepaald of sprake is van een trendmatige ontwikkeling, of een variatie. Bij de aanwezigheid van een trend zal deze worden gekwantificeerd, bij het optreden van variaties zal deze worden uitgedrukt als een standaarddeviatie.
- Morfologie op direct invloedgebiedsniveau: sediment volume uit vaklodingen Rijkswaterstaat voor dit deelgebied.
- Morfologie op direct invloedgebiedsniveau: waterhoogte uit gemiddeld laag- en hoogwater (op basis van MWTL metingen Rijkswaterstaat). Morfologie op direct invloedgebiedsniveau integreren, zie het voorbeeld hierboven voor het gehele kombergingsgebied van het Vlie
- Ecologie: door beschikbare trendanalyses van de zes sleutelsoorten te analyseren (afkomstig uit de bestaande meetprogramma's van vogels en schelpdieren). De natuurlijke dynamiek wordt bepaald d.m.v. een statistische analyse van de voorkomens, voor schelpdieren conform de methoden die zijn gehanteerd in het achtergrondrapport ‘Tijdelijke effecten van zoutwinning op de ecologische waarden in de Waddenzee’, en voor vogels conform de methoden die door SOVON worden gehanteerd (Ens, e.a., 2012).

Waarnemen / metingen

1. Morfologie: Frequentie eenmaal per jaar in het voorjaar (vanwege gemiddeld genomen geschikte condities voor uitvoeren veldmetingen – minder kans op stormen en ijsgang dan in wintermaanden) Conform de Rijkswaterstaat Standaard Voorschriften in de categorie Hydrografie gevolgd (voor de varende metingen). Voor de hoogtemetingen (lopend) wordt een vertaling gemaakt van deze Standaard Voorschriften.
2. Ecologie Frequentie jaarlijks, periode en uitvoering conform methodieken watervogeltellingen, zoals uitgevoerd in het nationale Netwerk Ecologische Monitoring (van Strien 2007, zie ook Ens e.a., 2012); Drie schelpdiersoorten conform methoden IMARES schelpdiersurveys, beschrijving o.a. in de Mesel, 2012

Jaarlijkse interpretatie van metingen

1. Verwerken van nieuwe gegevens in de trendlijnen.
2. Toetsen of trendlijnen morfologie direct invloedgebiedsniveau binnen de natuurlijke dynamiek blijven. Bij geen afwijking morfologische trendlijnen dan geen vervolgactie.
3. Bij afwijking morfologische trendlijnen (buiten range natuurlijke dynamiek) dan trendanalyse ecologie betreffende bodemdieren drie gebieden in invloedgebied en vogels HVP in nabijheid invloedsgebied. Indien hier geen afwijking buiten de natuurlijke dynamiek voor betreffende trendlijn aan de orde is, dan geen vervolgactie.
4. Bij afwijking ecologische trendlijnen (buiten range natuurlijke dynamiek) dan vervolgens oordelen of dit alleen binnen invloedgebied (2 keer 3 meetpunten) aan de orde is, als ook in vloedkommen Vlie en Marsdiep (1 keer 3 meetpunten en 1 keer 4) als buiten de betreffende vloedkommen (1 keer 3 meetpunten en 1 keer 2). Indien de negatieve trend alleen aan de orde is in het directe invloedsgebied aan de orde is dan volgt stap 5.

5. De auditcommissie gaat de uitgevoerde metingen van de zoutwinning vergelijken met en correleren aan bestaande metingen uit andere programma's (zie onderstaande overzicht in tabel). Hierbij wordt een pragmatische werkwijze gehanteerd. Als eerste zal de data op maat worden verwerkt en vervolgens door middel van 2-3 werksessies worden hypothesen bepaald, waardoor betreffende afwijkingen van de trendlijnen veroorzaakt kunnen zijn. Deze hypothesen worden meegenomen in de interpretatie van data voor het volgende jaar.

Bestaande metingen	Voor de arealen wordt verwezen naar de morfologie: - HVP (Hoogwater vluchtplaats) tellingen van wadvogels SOVON – 5x per jaar - Zee-eendentellingen (vliegtuigtelling) Rijkswaterstaat - jaarlijks - Benthosmetingen op de MWTL raaien – Rijkswaterstaat - jaarlijks - Schelpdierinventarisaties (kokkels, mossels) IMARES in opdracht van de sector - jaarlijks - Mosselbank inventarisatie Rijkswaterstaat- jaarlijks - Zeegraskartering Rijkswaterstaat - jaarlijks - Benthos meetnet Waddenzee NIOZ, RUG, IMARES- jaarlijks
--------------------	---

6. Indien 2 jaar achtereenvolgens het stappenplan tot niveau 5 wordt doorlopen en de kans is groter dan 50% (bepaald door auditcommissie) dat de waargenomen trendontwikkelingen een gevolg zijn van de hypothese “zoutwinning bepaald deze negatieve trend ontwikkeling”, dan volgt het principe Hand Aan De Kraan. (HADK)

Jaarlijkse planning

1. Alle metingen van jaar x worden in kwartaal 1 van jaar x+1 verwerkt.
2. In april van jaar x+1 worden de trendanalyses (stap 3 + 4) uitgevoerd.
3. Op 1 mei volgt een rapportage aan het bevoegde gezag (Ministerie van EZ).
4. Stap 5 en stap 6 worden indien van toepassing doorlopen in kwartaal 3 + 4 in jaar x+1.

Zes jaarlijkse evaluatie

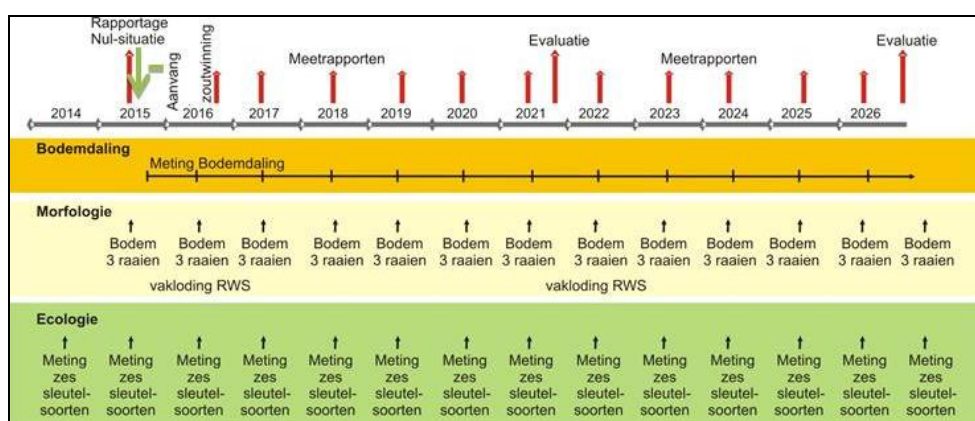
De data van het meetplan en het monitoringsplan worden gekoppeld. Op die data vindt een nadere analyse plaats die Frisia inbrengt in de Auditcommissie. Hierbij wordt stilgestaan bij:

1. Trendanalyses op vloedkomniveau in combinatie met de trendanalyses op invloedsgebiedniveau over de afgelopen jaren (indien geen blijvende afwijkingen van natuurlijke dynamiek, dan geen nadere analyse).
2. Betrouwbaarheid van metingen (o.a. op hoofdlijnen verklaren afwijkingen).
3. Welke onduidelijkheden treden op en hoe kunnen die worden ondervangen.
4. Optimalisatie van monitoring.
5. Zijn de afgelopen jaren de juiste conclusies getrokken.

3

Schema meetplan en monitoringsplan

Het meetplan en het monitoringsplan, zoals beschreven in de vorige hoofdstukken, zijn schematisch weergegeven in de onderstaande figuur.



Rapportage Nulmeting

De inhoud van deze rapportage is nader omschreven in paragraaf 2.3: In deze rapportage zullen ook de RWS lodingen van 2016 worden opgenomen (nog geen bodemdaling). Na het binnenkrijgen van deze data en verwerking zal deze rapportage worden opgeleverd.

Meting bodemdaling

Bodemdaling volgens meetplan (wordt aangepast, volgt) in opdracht van Frisia, frequentie van metingen in samenspraak met SodM.

Meting morfologie

Bodemligging uit de vaklodgingen die door Rijkswaterstaat in een zesjaar durende cyclus voor de gehele Waddenzee worden uitgevoerd, in het kader van MWTL (Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands). Bodemligging jaarlijks in drie raaien in het directe invloedsgebied van de bodemdalingsschotel in opdracht van Frisia.

Ecologie

Jaarlijkse metingen van de sleutelsoorten kokkels *Cerastoderma edule*, mossels *Mytilus edule*, nonnetje *Macoma baltica* en 5x per jaar (HVP) tellingen van sleutelsoorten Scholekster *Haematopus ostralegus*, Bonte strandloper *Calidris alpina* en Kanoet *Calidris canutus*. Meetperiode en methodiek aansluitend op de reguliere monitoring die in andere kaders wordt uitgevoerd.

Samenhang in de signaleringsmetingen

De signaleringsmetingen die zijn opgenomen in het monitoringsplan worden uitgevoerd om de verwachte en onverwachte ontwikkelingen in het invloedsgebied te kunnen vaststellen. Zoals is geleerd bij de monitoring van de diepe delfstoffenwinning onder de Waddenzee, worden bij de evaluatie de analyses en de ontwikkelingen in samenhang beschouwd.

Meetrappen en evaluatie

In een meetrappentage worden gepresenteerd welke ontwikkelingen zich in de bodemdaling hebben voorgedaan. Iedere zes jaar, aansluitend aan het beschikbaar komen van de metingen van de bodemligging door Rijkswaterstaat (vakloding), zal een volledige evaluatie worden uitgevoerd en gerapporteerd.

Hierbij worden indien nodig ecologische gegevens betrokken (zie Beslisboom).

Bijlage 1 Hand aan de kraan

Frisia Zout is in staat om met de hand aan de kraan te winnen:

1. De hoeveelheid zoutwinning geeft een 1:1 vertaling naar bodemdaling (betrouwbaar en direct causaal verband).
2. De bodemdaling ijlt zeer kort na, na stopzetten van de winning. Het restvolume blijft in cavernes.
3. Er is ervaring met het stopzetten van winningen.

Winning met de hand aan de kraan houdt het volgende in:

- Het dalingsvolume blijft binnen de afgesproken gebruiksruimte. Bij dreigende overschrijding zal de winning direct worden aangepast.
- Er wordt gerapporteerd over het bodemdalingvolume in de tijd. De winning van zout heeft een zeer directe relatie met bodemdaling. Dat betekent dat bij significante afwijking van de verwachte bodemdaling een nadere analyse plaatsvindt. De uitkomsten hiervan kunnen eventueel leiden tot een aanpassing van de winning.
- Daarnaast wordt er 1 keer per 6 jaar een volledige evaluatie gerapporteerd over de ontwikkeling van de bodemligging en vier ecologische parameters. Deze gegevens kunnen eventueel ook leiden tot een bijstelling van de winning.
- De gebruiksbelasting voor zoutwinning is afhankelijk van de natuurgrens, die is vertaald in een meegroeivermogen van 5mm/j. De gebruiksbelasting is geen star gegeven, maar is afhankelijk van toekomstige zeespiegelstijging en het meegroeivermogen. Elke 5 jaar wordt het relatieve zeespiegelstijgingsscenario vastgesteld en de eerste bijstelling zal plaatsvinden vóór 1 januari 2016. Indien blijkt dat de zeespiegelstijging anders is dan verwacht, dan is er in principe meer of minder gebruiksruimte.

Bijlage 2 Meetplan

Het doel van het meetplan is om de directe effecten van de zoutwinning, in de vorm van bodemdaling onder de Waddenzee, vast te leggen. Het meetplan bestaat in essentie uit metingen door middel van grondankers, gericht op het bepalen van de bodemdaling in het pleistocene pakket, dat zich op enkele meters onder de Wadbodem bevindt. Op basis van de metingen aan de bodemdaling en het gewonnen volume zout zal jaarlijks worden geverifieerd of de bodemdaling zich voordoet conform de verwachting.

Hieronder staat een samenvatting van het meetplan met een onderbouwing op hoofdlijnen.

Bodemdaling	
Karakteristiek	In de Waddenzee kan de bodemdaling, die het gevolg is van de zoutwinning, niet aan de oppervlakte worden gemeten. Als gevolg van natuurlijke erosie en sedimentatie en het natuurlijke herstel van de bodemdalingsschotel wordt de bodemdaling aan het wadoppervlak vereffend. De situatie in de Waddenzee is wat dat betreft wezenlijk anders dan die op het vasteland, waar de bodemdalingsschotel zich aan het maaiveld voordoet. De meting van de bodemdaling zal daarom gebaseerd moeten zijn op de daling van de diepere ondergrond.
Bestaande metingen	- Reguliere paspunten op het land. - Geen bestaande metingen Waddenzee.
Relevantie bestaande metingen	Met de bestaande metingen op land (paspunten) kan de achtergrondwaarde voor de autonome geologische bodemdaling ² in de omgeving van het dalingsgebied worden vastgesteld.
Beschrijving aanvullende metingen	Zie meetplan.

Tabel 3

Meetrappen en evaluatie

In een meetrapportage zal worden gepresenteerd welke ontwikkelingen zich hebben voorgedaan. Iedere zes jaar, aansluitend aan het beschikbaar komen van de metingen van de bodemligging door Rijkswaterstaat (vakloding), zal een evaluatie worden uitgevoerd en gerapporteerd. Tussentijdse evaluaties zonder bodemligging gegevens uit de vaklodingen worden weinig zinvol geacht, omdat hierin geen verband kan worden gelegd tussen bodemdaling en eventuele morfologische en ecologische ontwikkelingen op kombergingsniveau.

De jaarlijkse meetrapportages worden ter beoordeling aangeboden aan het Ministerie EZ, met het verzoek om SodM een oordeel te laten geven.

² Het betreft hier niet de bodemdaling die optreedt ten gevolge van ontwatering en bijbehorende inklinking, maar de bodemdaling ten gevolge van de tektonische daling van het Noordzebekken.

Bijlage 3

Metingen en natuurlijke dynamiek

De analyse van de monitoring zal worden gericht op de trends in de ontwikkelingen en niet op de losse waarnemingen, omdat in de Waddenzee sprake is van een grote natuurlijke dynamiek, zowel in de biotiek als in de abiotiek. Een voorbeeld van de natuurlijke dynamiek en de meetbaarheid van eventuele veranderingen is het areaal aan droogvallende platen opgenomen in het achtergrondrapport 'Tijdelijke effecten van zoutwinning op de ecologische waarden in de Waddenzee'.

De gemiddelde beschikbare oppervlakten bedragen 33.200 ha (Vlie) en 14.200 ha (Marsdiep). De nauwkeurigheid waarmee de oppervlakte van de droogvallende platen kan worden bepaald komt voort uit de onnauwkeurigheid in de bodemligging die ± 10 cm bedraagt. Deze onnauwkeurigheid is groter dan de onnauwkeurigheid van de hoogtemetingen zelf, omdat deze de optelsom is van verschillende (systematische) afwijkingen en (menselijke) fouten, die bijvoorbeeld zijn geïntroduceerd door overgangen in meetmethoden, maar ook door natuurlijke variaties in de bodemligging. In rapporten van Marijs en Pree (2004) (voor de Westerschelde, maar omdat het Rijkswaterstaat brede technieken betreft ook toepasbaar voor de Waddenzee) en in Lekkerkerk e.a. (2007) voor de kustlodingen en vaklodingen worden overzichten gepresenteerd van de technische ontwikkelingen in het meten en de effecten daarvan op de nauwkeurigheid.

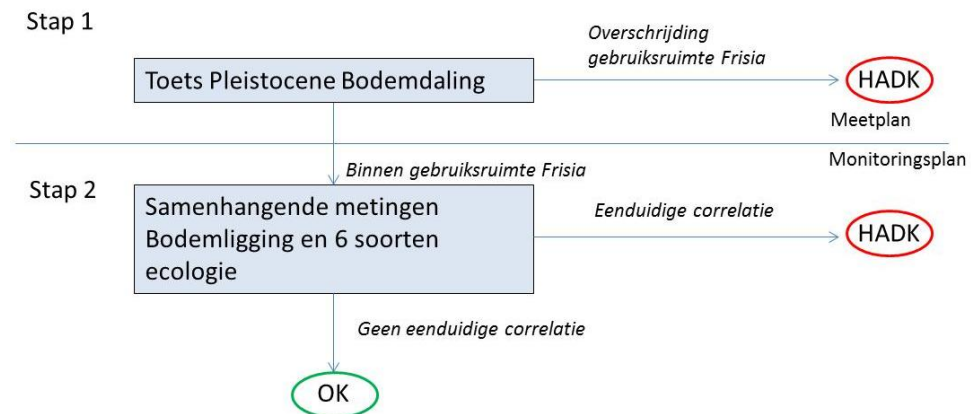
Op basis van de onnauwkeurigheid van ± 10 cm wordt een bandbreedte in het plaatareaal berekend van ongeveer 2000 ha (Vlie) ha tot 2500 ha (Marsdiep). Deze bandbreedte wordt bepaald door de gemeten hoogteligging met 10 cm te verhogen of te verlagen en dan te bepalen hoeveel areaal boven een bepaalde laagwaterstand ligt. Deze bandbreedte komt voort uit de onnauwkeurigheid in de bodemligging. De *natuurlijke fluctuaties* in het voor steltlopers beschikbare droogvallende plaatareaal bedragen 1.135 ha (standaardafwijking Vlie) en 860 ha (standaardafwijking Marsdiep) door variaties in het niveau van laagwater.

Het areaal van de droogvallende platen is in beide kombergingsgebieden samen in de periode van 1932 tot heden toegenomen, met gemiddeld ruim 200 ha per jaar. Naar verwachting zal deze toename doorgaan.

Metingen van de morfologie moeten met voorgaande bandbreedtes worden geïnterpreteerd. Een losse waarneming van de oppervlakte van de droogvallende platen, in de vorm van de meting van de bodemligging in een willekeurig jaar, zal altijd een andere waarde opleveren dan eerdere waarnemingen, vanwege de variaties en de morfologische ontwikkelingen. De waarneming krijgt waarde door deze te relateren aan de trends en de variatie in de ontwikkelingen. Door de trend te analyseren kan worden gesignaleerd of verwachte of onverwachte ontwikkelingen plaatsvinden.

Bijlage 4 Beslisboom

In onderstaand figuur wordt de beslisboom weergegeven.



Bijlage 5 Luchtfoto's, LIDAR, Remote Sensing

Bij de monitoring van de gaswinning zijn jaarlijks luchtfoto's genomen van de wadplaten in de Waddenzee, bij zeer laag water. Dergelijke foto's geven een gedetailleerd beeld van de morfologie van de droogvallende wadplaten (ribbels, prielen, mosselbanken, et cetera). Bij de gaswinning worden hoge resolutie metingen van de hoogte van de droogvallende wadplaten uitgevoerd met LIDAR, een techniek waarbij met een laser vanuit een vliegtuig (of helikopter) in een strook wordt gemeten. Door de Commissie MER geadviseerd om frequente LIDAR metingen of vergelijkbare 'remote-sensing'-technieken op te nemen in het monitoringsprogramma. In het voorliggende monitoringsprogramma zijn deze technieken niet opgenomen, enerzijds omdat het gebied waar de bodemdaling plaatsvindt relatief veel "natte" delen omvat en anderzijds omdat deze methoden geen bewezen effectieve technieken zijn voor het vaststellen van hoogteveranderingen op de platen.

Voor de bodemdaling bij de locatie Havenmond kunnen luchtfoto's en LIDAR worden gebruikt voor minder dan de helft van het bodemdalingsgebied. Het grootste deel van het bodemdalingsgebied bevindt zich namelijk permanent onder water. Kwantitatieve informatie over de ontwikkeling van de morfologie, van de droogvallende platen en van de gebieden die permanent onder water staan, zal voor de bodemdaling door zoutwinning worden ontleend aan de metingen van de bodemligging.

Luchtfoto's brengen een grote onnauwkeurigheid met zich mee. In de praktijk zal zich namelijk nooit ieder jaar precies dezelfde waterstand voordoen in de gehele Waddenzee (overdag, bij de juiste weersomstandigheden) tijdens de opnames. De waterstand en daarmee de waterlijn die de platen begrenst, zal daarom per opname verschillen. Daarmee verschilt ook de oppervlakte van de platen met vele hectares per opname. De met luchtfoto's vastgestelde verschillen in plaatareaal betekenen niet dat het werkelijke plaatareaal (ten opzichte van een vaste waterstand, bijvoorbeeld LAT) verandert.

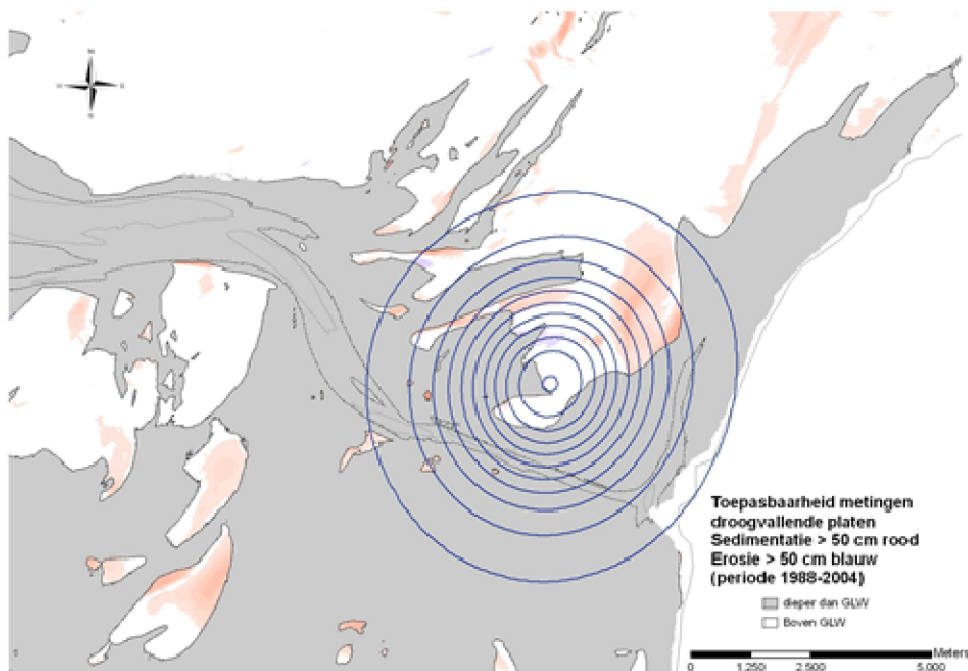
Luchtfoto-interpretatie levert geen toegevoegde waarde ten opzichte van de metingen van de bodemligging. Voor de monitoring van de zoutwinning zal daarom geen gebruik worden gemaakt van luchtfoto's. De metingen van de bodemligging (o.a. extra raaien) leveren betrouwbare kwantitatieve gegevens van de wadplaten in het bodemdalingsgebied en van de onder water liggende delen van het bodemdalingsgebied.

LIDAR-metingen van de hoogte hebben een theoretisch hoge nauwkeurigheid (van cm's) en in combinatie met het gebiedsdekkende karakter maakt dit ze in potentie geschikt om gedetailleerd veranderingen op droogvallende platen in beeld te brengen. De ervaring met de LIDAR-metingen die door de NAM zijn uitgevoerd voor de gaswinning onder de Waddenzee zijn dat deze theoretische hoge nauwkeurigheid in de praktijk niet wordt bereikt (Cronin en Wang, 2012). Ook het gebiedsdekkende karakter blijkt niet meting op meting te realiseren (Cronin en Wang, 2012). De LIDAR-metingen zijn daardoor niet geschikter dan bijvoorbeeld metingen in raaien, te voet uitgevoerd met DGPS-RTK ontvanger.

Bijlage 6 Spijkermetingen

Bij de monitoring van de gaswinning worden zogenaamde spijkermetingen uitgevoerd. De officiële naam is overigens wadsedimentatiemeting, maar de metingen zijn algemeen bekend als spijkermetingen. Deze metingen worden uitgevoerd met een op 60 tot 90 cm diepte begraven ondergronds merk (de spijker), waaraan een touw met label is bevestigd. De afstand tussen het label en de wadbodem wordt zes keer per jaar opgemeten. Per meetstation zijn vier van deze spijkers begraven die iedere meting worden opgenomen. Per opname is daarmee een gemiddelde met een spreiding beschikbaar van de afstand tussen het label en de wadbodem. Uitgaande van een stabiele positie in de ondergrond betekent een toename van de afstand dat er lokaal erosie heeft plaatsgevonden en omgekeerd, een afname van de afstand betekent dat er lokaal sedimentatie heeft plaatsgevonden.

Spijkermetingen zijn alleen praktisch uitvoerbaar op droogvallende platen, die relatief stabiel zijn. Relatief stabiel wil zeggen dat er geen erosie mag optreden die de stabiliteit van het ondergrondse merk in gevaar brengt. En alleen op droogvallende platen zijn bij laagwater de labels terug te vinden en kan de afstand tussen label en wadbodem worden opgemeten. Voor de bodemdaling door de zoutwinning is vanwege deze beperkingen slechts een klein gebied geschikt voor het uitvoeren van spijkermetingen, zoals zichtbaar is in de onderstaande figuur. In deze kaart is aangegeven welke gebieden in de opname van 2004 altijd onder water liggen. In de praktijk is het droogvallende plaatgebied dat kan worden bemeten kleiner, omdat niet tot aan de laagwaterlijn kan worden gewerkt en enige afstand tot de geulen en geultjes moet worden bewaard (bij de metingen op Ameland Oost liggen de twee laagst liggende meetpunten tussen NAP – 0,7 en 0,8 m, Krol, 2009).



De spijkermetingen bij de gaswinning leveren waardevolle informatie over de sedimentatie en erosie in de studiegebieden. Over de toepasbaarheid van de spijkermetingen voor het bepalen van de sedimentatie door de bodemdaling bij de gaswinning wordt echter nog getwijfeld (NAM, 2009). Vanwege de beperkte omvang van het gebied waar spijkermetingen toepasbaar zijn in verhouding tot het totale bodemdalingsgebied en vanwege de discussie over de toepasbaarheid ervan wordt afgezien van het

inzetten van spijkermetingen. Overigens is het door de grote natuurlijke dynamiek (sedimentatie en erosie en de omwerking van de bodem door graven organismen) in het gebied ook niet mogelijk om metingen met markers (bijvoorbeeld kaoliniet) op of in het sediment uit te voeren. In plaats van de spijkermetingen wordt de informatie over de sedimentatie en erosie ontleend aan de metingen van de bodemligging (o.a. extra raaien).

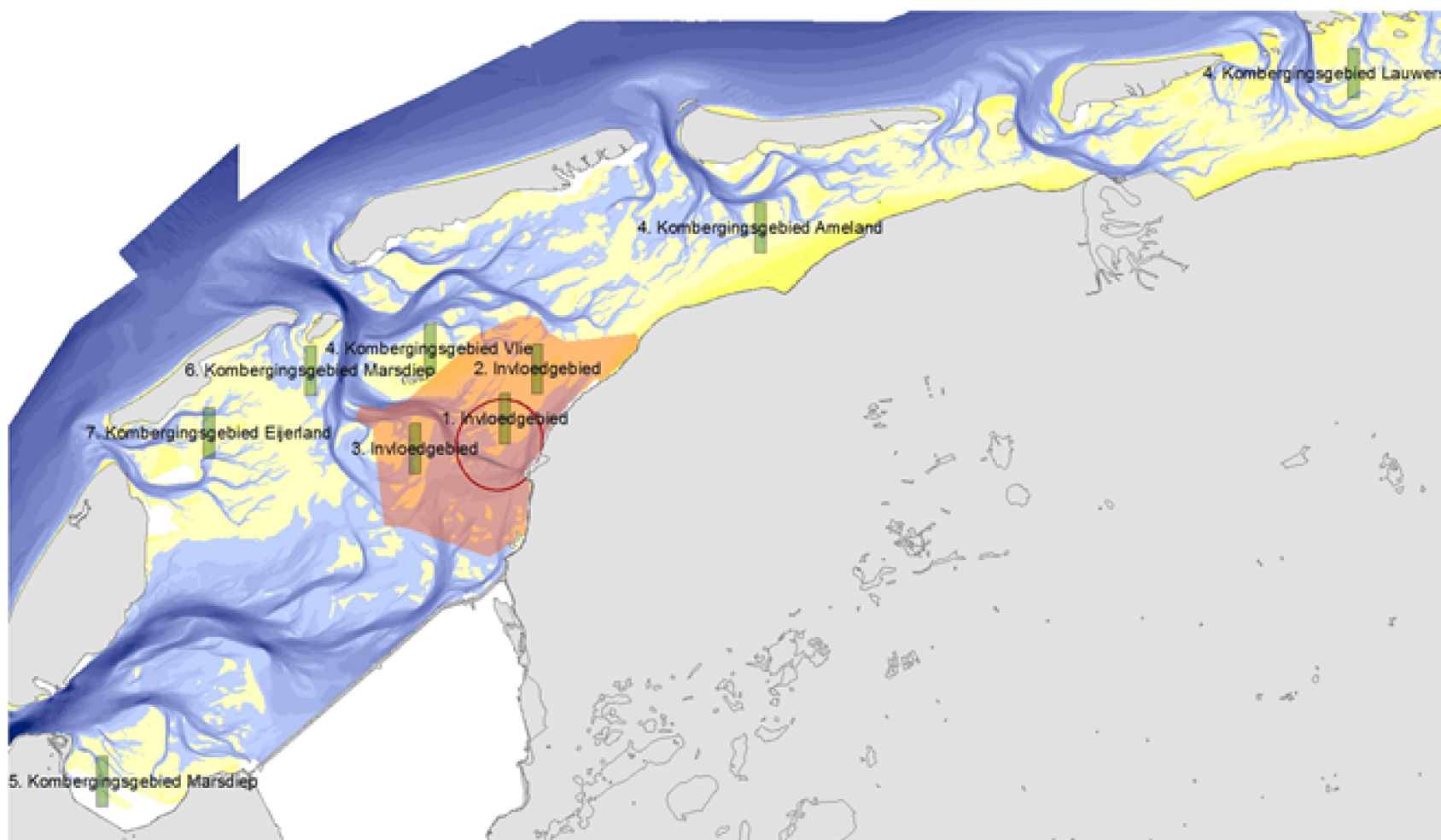
Bijlage 7

Monitoringlocaties Vogels



Bijlage 8

Monitoringlocaties Kokkels, Mossels en Nonnetjes



Bijlage 9 Referenties

- Cronin, K. & Z. B. Wang 2012, Analyse Lidar data voor Het Friesche Zeegat, Deltares rapport 1204654-000-ZKS-0005
- Ens B.J., Roodbergen M., van Winden E., Koffijberg K. & Zoetebier D. 2012, Voortgangsrapportage monitoring vogels in de Waddenzee in het kader van de nieuwe gaswinningen over de periode 1990-2010. SOVON rapport 2012/09.
- Frisia, 2010. Milieueffecten continuering van de zoutwinning in Noord-west Fryslân. ARCADIS rapport.
- Kater, B. e.a., 2010, MER Achtergrondrapport "Effecten van zoutwinning op de ecologische waarden in de Waddenzee". Alkyon rapport A2062R2r3
- Krol, J., 2009. Tussenverslag wadsedimentatiemetingen Ameland, Engelsmanplaat Paesens en Schiermonnikoog, jaar 2008, Natuur Centrum Ameland.
- Lekkerkerk, H.J. & C. van Tooren, B. van Mierlo, E. van der Meulen, 2006, Gevolgen en omvang van verschillen LRK en waterstandgecorrigeerde dieptemetingen.
- Marijs, K.; Parée, E. (2004). Nauwkeurigheid vaklodingen Westerschelde en -monding: "de praktijk". Rijkswaterstaat Meetinformatiedienst Zeeland.
- NAM, 2006. MER Aardgaswinning Waddenzeegebied vanaf locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen, Nederlandse Aardoliemaatschappij, Assen.
- NAM, 2007. Startdocument gaswinning locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen; Met toepassing van het hand aan de kraan principe, EP Document EP200701201533.
- NAM, 2009. Geostatistische analyse spijkermetingen, Algemeen rapport, EP Document EP200904215756.
- Oranjewoud, 2010. Meetplan Havenmond. van Strien A. 2007. Landelijke Natuurmeetnetten van het NEM in 2006. Kwaliteitsrapportage NEM.
- De Mesel, I. J. Craeymeersch, J. Jansen, C. van Zweeden (2011). Biodiversiteit, verspreiding en ontwikkeling van macrofauna soorten in de Nederlandse kustwateren. Rapport IMARES Wageningen UR Rapport C022/11

Colofon

MONITORINGSPLAN HAVENMOND

OPDRACHTGEVER:

Frisia Zout BV

STATUS:

Definitief

AUTEUR:

dr. J. Cleveringa

GECONTROLEERD DOOR:

ir. C.N. de Boer

VRIJGEGEVEN DOOR:

ir. C.N. de Boer

22 januari 2013

074907501:A

ARCADIS NEDERLAND BV
Zendmastweg 19
Postbus 63
9400 AB Assen
Tel 0592 392 111
Fax 0592 353 112
www.arcadis.nl
Handelsregister 9036504

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden veeleenvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.