

MONITORINGSPLAN HAVENMOND

FRISIA ZOUT BV

7 juli 2010
074907501:0.1
C01022.100163.0500

Inhoud

1 Inleiding	5
2 Monitoringsplan	7
3 Schema meetplan en monitoringsplan	13
Bijlage A Hand aan de kraan	15
Bijlage B Meetplan	17
Bijlage C Metingen en natuurlijke dynamiek	19
Bijlage D Beslisboom	21
Bijlage E Luchtfoto's	23
Bijlage F Spijkermetingen	25
Bijlage G Referenties	27
Colofon	29

HOOFDSTUK 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 A). 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.

Meetplan

Het meetplan beoogt de directe effecten van zoutwinning op de ligging van het pleistocene pakket vast te laten leggen. 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 B staat een beknopte beschrijving van het Meetplan, de aanpak is in detail uitgewerkt in het Meetplan Havenmond (Oranjewoud, 2010), 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 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.

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 van de pleistocene ondergrond door de gaswinning is gekozen voor signaleringsmetingen die worden uitgevoerd om de verwachte en onverwachte ontwikkelingen in het invloedsgebied vast te kunnen stellen. De onderdelen van het monitoringsplan betreffen 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

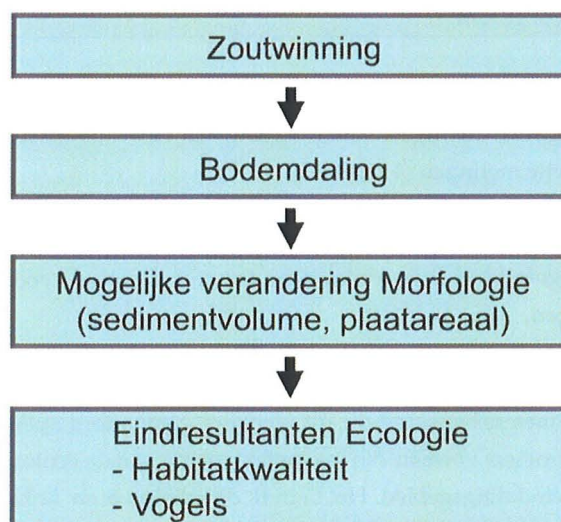
bodemdalingsschotel is bepaald hoe groot de effecten op stroming, saliniteit en dergelijke in deze situatie zullen zijn. Op basis hiervan is geconcludeerd dat ecologische effecten van deze factoren uitgesloten zijn (zie achtergrondrapport "Effecten van zoutwinning op de ecologische waarden in de Waddenzee").

Het monitoringsplan is dusdanig ingericht dat dit een toegevoegde waarde levert voor een duurzame zoutwinning. Bij de monitoring worden de pijlen 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. In de Waddenzee wordt al veel gemeten. Indien mogelijk en nuttig, zullen deze gegevens worden gebruikt.

HOOFDSTUK 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 gepresenteerd monitoringsplan is dan ook opgesteld vanuit het voorzorgsprincipe. Op basis van ervaring is gekozen voor signaleringsmetingen die worden uitgevoerd om de verwachte en onverwachte ontwikkelingen in het invloedsgebied te kunnen vaststellen. Bij de monitoring worden de pijlen gericht op de analyse van de trends. De samenhang tussen de indicatoren staat hierbij centraal, zoals is geleerd bij de monitoring van de diepe delfstoffenwinning onder de Waddenzee. Uit eerdere trajecten blijkt dit haalbaar te zijn. 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 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 het MER gaswinning (NAM, 2006) en de MER zoutwinning (Frisia, 2010).



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.

Hoe verder er wordt afgedaald in de keten, des te meer externe invloeden ontstaan op metingen, waarmee ze eventuele conclusies over de gevolgen van de zoutwinning bemoeilijken en onnauwkeuriger resultaten verkregen worden. 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. Naar het oordeel van ARCADIS heeft het monitoren van de 2^e orde afgeleide effecten geen toegevoegde waarde, als blijkt dat de 1^e orde afgeleide effecten binnen de natuurlijke dynamiek vallen, zoals wordt verwacht. De effecten van zoutwinning zijn naar verwachting vele malen kleiner dan de natuurlijke dynamiek en zullen dus wegvallen. In bijlage C wordt nader ingegaan op effectmetingen en natuurlijke dynamiek.

Op basis van het voorgaande is bij het samenstellen van de monitoring gekozen om primair te kiezen 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 zal zoveel mogelijk aansluiten bij bestaande metingen om een analyse van trends mogelijk te maken. Afwijkingen van de trends zijn een indicatie om een verdere analyse uit te voeren. De samenhang tussen de effecten staat bij de analyse centraal. Bij de 6-jaarlijkse evaluatie van deze gegevens zal afhankelijk van de 1^e orde afgeleide effecten bepaald worden of evaluatie van de 2^e orde afgeleide effecten noodzakelijk is (zie de Beslisboom in bijlage D).

Samenhang in 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, 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.

Het monitoringsplan omvat derhalve:

- A. Morfologische metingen: bodemligging van de Waddenzee
- B. Ecologische metingen (4 aspecten)

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

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

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

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 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 van +/- 10 cm 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. Voor de nauwkeurigheid van de metingen wordt +/- 10 cm (Lekkerkerk, e.a., 2006) aangehouden. 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 (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 zicht op 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.
Beschrijving aanvullende metingen	1 keer per 6 jaar bodemliggingsmetingen ('nat': lodingen vanaf schip; droogvallende plaat: waterpassing/DGPS-LRK metingen te voet) in twee raaien in het invloedsgebied (circa 2 tot 3 maal de oppervlakte van de bodemdalingsschotel). Uit te voeren 3 jaar na de reguliere MWTL-meting van de bodemligging.
Onderbouwing aanvullende metingen	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

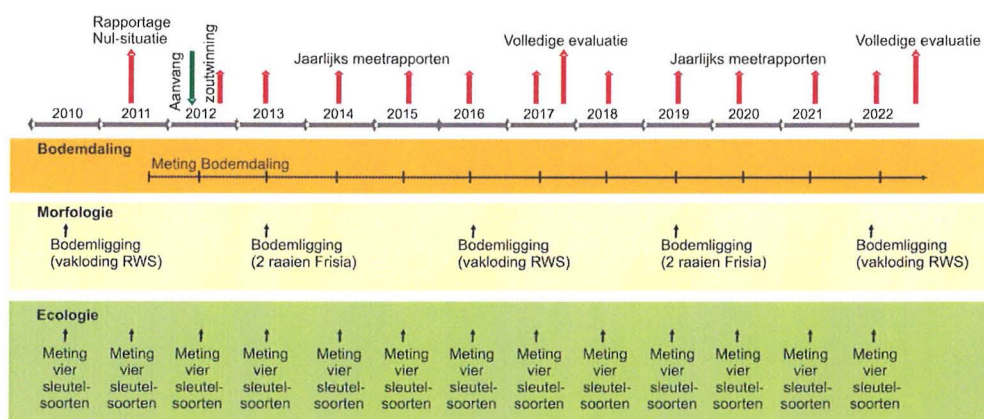
	uit te voeren, maar geen luchtfoto-opname van de platen en geen spijkermetingen uit te voeren. De motivering om deze metingen niet uit te voeren, is dat de helft van de bodemdalingsschotel zich permanent onder water bevindt en de metingen geen informatie opleveren voor dat deel van de bodemdalingsschotel. In bijlage E wordt nader ingegaan op luchtfoto's en in bijlage F op de spijkermetingen.
--	--

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.
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
Relevantie bestaande metingen	Alle bestaande metingen op zich zijn waardevol, omdat deze de ontwikkelingen van de ecologie in de Waddenzee en in de verschillende kombergingsgebieden weergeven. Op basis van de huidige inzichten in de effecten op de ecologie is vastgesteld dat zelfs maximale effecten (voor een theoretische situatie) hoogstwaarschijnlijk niet meetbaar zullen zijn in de bestaande metingen.
Beschrijving aanvullende 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 vier 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>. De sleutelsoorten voor de foeragerende steltlopers zijn de Scholekster <i>Haematopus ostralegus</i> en Bonte strandloper <i>Calidris alpina</i>. Het type bemonstering van de schelpdieren zal (seizoen, methode, frequentie, dichtheid) aansluiten bij de bestaande bemonsteringen. Voor de metingen van de vogels zal een gebiedsspecifieke methode worden gekozen die aansluit (locatie, frequentie) bij de bestaande metingen. Er zijn 9 hoogwatervluchtplaatsen (HVP) geselecteerd voor de Scholekster <i>Haematopus ostralegus</i> en de Bonte strandloper <i>Calidris alpina</i> (tellingen vinden plaats 5x per jaar). Daarnaast zijn er 9 analysegebieden geselecteerd van circa 400-700 ha per stuk voor kokkels <i>Cerastoderma edule</i> en mossels <i>Mytilus edule</i> (tellingen vinden plaats 1 x per jaar). Deze twee keer 9 locaties zijn verspreid gelegen (drie in het invloedsgebied, drie buiten invloedsgebied, maar in vloedkom Marsdiep of Vlie en drie buiten invloedsgebied en buiten vloedkom Marsdiep of Vlie).
Onderbouwing aanvullende metingen	De aanvullende metingen leveren aanvullende informatie over de habitat en het gebruik van de droogvallende wadplaten. De gekozen soorten leveren een representatieve doorsnede voor deze habitat. Een uitgebreider meetplan is, gezien de verwachte afwezigheid van effecten, niet noodzakelijk. Metingen in de andere habitat, de permanent overstroomde zandbanken zijn niet noodzakelijk, omdat daar geen ecologische negatieve effecten kunnen optreden als gevolg van bodemdaling. Het monitoringsplan is hiermee anders dan dat bij de bodemdaling door gaswinning, ingegeven door de ervaring aldaar en door discussie met de Groene Wetenschap. Door de nadruk te leggen op de trends in de ontwikkelingen en eventuele afwijkingen kunnen deze gerichte metingen op de vier 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.

HOOFDSTUK 3 Schema meetplan en monitoringsplan

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



Meting bodemdaling

Bodemdaling volgens meetplan (Oranjewoud, 2010) 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 in tussenliggende periode in twee raaien in het directe invloedsgebied van de bodemdalingsschotel in opdracht van Frisia.

Ecologie

Jaarlijkse metingen van de sleutelsoorten kokkels *Cerastoderma edule* en mossels *Mytilus edule* en 5 x per jaar (HVP) tellingen van sleutelsoorten Scholekster *Haematopus ostralegus* en Bonte strandloper *Calidris alpina*.

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.

Meetrapporten en evaluatie

Jaarlijks zal in een meetrapportage worden gepresenteerd welke ontwikkelingen zich in de bodemdaling hebben voorgedaan. Iedere zes jaar, aansluitend aan het beschikbaar komen van de metingen van de bodemligging, zal een volledige evaluatie worden uitgevoerd en gerapporteerd.

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

BIJLAGE A

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.
4. Stopzetten of verminderen van winning onder de Waddenzee leidt niet tot problemen. Er is een alternatieve locatie achter de hand, namelijk locatie Oost.

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 jaarlijks 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 gebruiksruimte voor zoutwinning is afhankelijk van de natuurgrens, die is vertaald in een meegroeivermogen van 5mm/j. De gebruiksruimte 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 2011. Indien blijkt dat de zeespiegelstijging anders is dan verwacht, dan is er in principe meer of minder gebruiksruimte.

BIJLAGE B

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	- Met vaste grondankers, verankerd in het pleistoceen in de Waddenzee; aantal meetpunten en frequentie van metingen in samenspraak met SodM (Staatstoezicht op de Mijnen). - Zie voor onderbouwing het Meetplan Havenmond (Oranjewoud).
Onderbouwing aanvullende metingen?	Aanvullende metingen moeten de snelheid en geometrie (ruimtelijke verdeling) van de bodemdaling die het gevolg is van de zoutwinning vastleggen. De geobserveerde bodemdaling zal worden vergeleken met de voorspelde bodemdaling. Bij significante afwijkingen zal tevens een beoordeling worden uitgevoerd op de morfologische ontwikkelingen.

Meetrapporten en evaluatie

Jaarlijks zal in een meetrapportage worden gepresenteerd welke ontwikkelingen zich hebben voorgedaan. Iedere zes jaar, aansluitend aan het beschikbaar komen van de metingen van de bodemligging, zal een volledige evaluatie worden uitgevoerd en gerapporteerd. Tussentijdse evaluaties zonder nieuwe bodemligginggegevens worden weinig zinvol geacht, omdat hierin geen verband kan worden gelegd tussen bodemdaling en eventuele morfologische en ecologische ontwikkelingen.

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 Noordzeebekken.

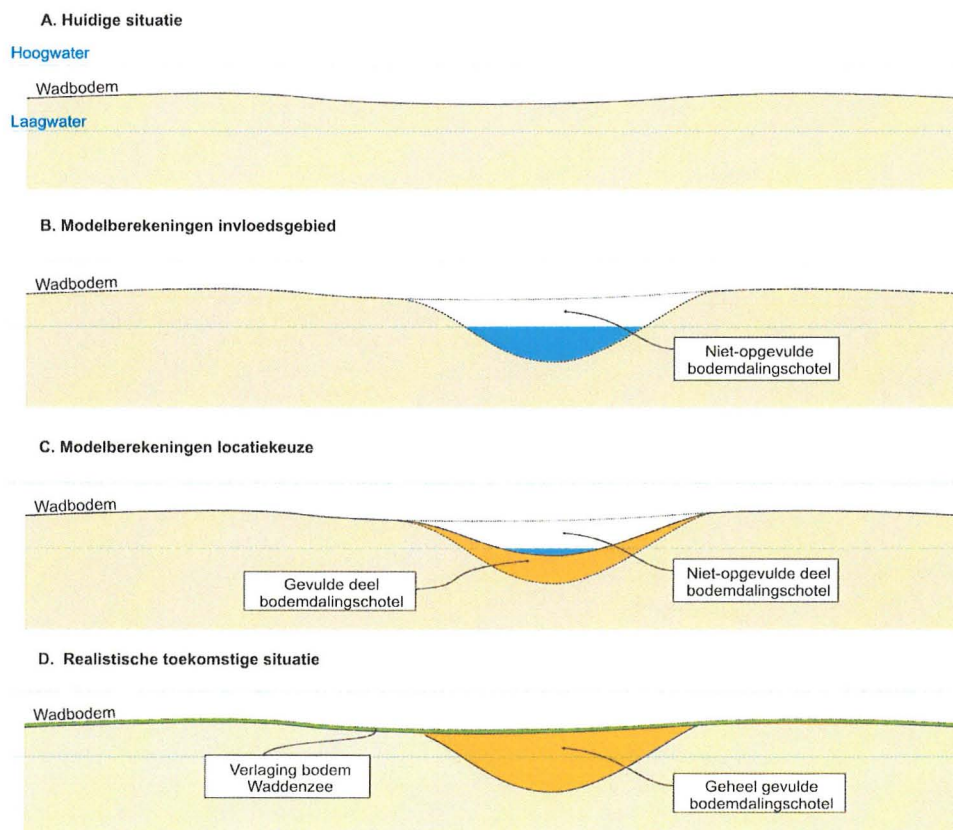
De jaarlijkse meetrapportages worden ter beoordeling aangeboden aan EZ, met het verzoek om SodM een oordeel te laten geven.

BIJLAGE C

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. 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, bedraagt ongeveer 2000 ha (Vlie) ha tot 2500 ha (Marsdiep). 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. Binnen deze context moet de maximale afname van de oppervlakte van de droogvallende platen worden beschouwd.

In onderstaand figuur zijn de huidige situatie (A), de theoretische ontwikkeling zonder (B) en met opvulling van de bodemdalingsschotel (C) en de verwachte realistische ontwikkeling (D) als gevolg van bodemdaling in beeld gebracht.



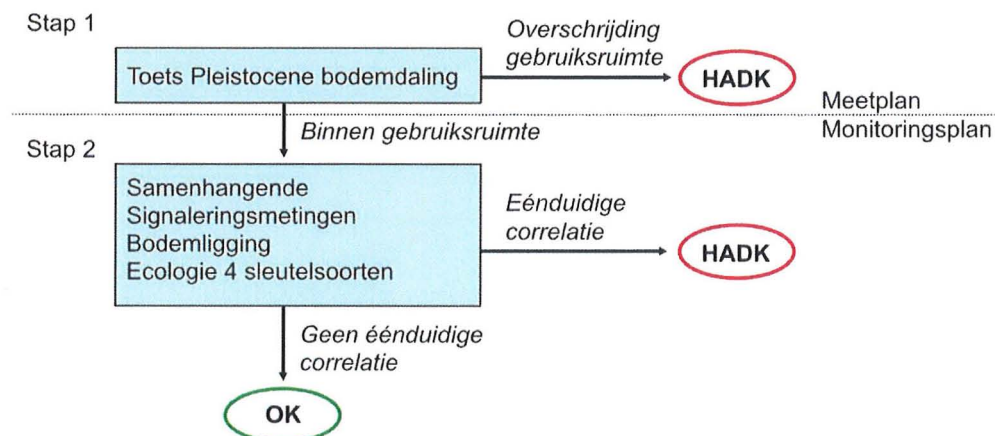
De afname van het areaal droogvallende platen is zowel berekend voor de theoretische situatie, waarbij de afname van het plaatvolume geheel binnen de bodemdalingsschotel plaatsvindt, als voor de verwachte realistische ontwikkeling. Voor de theoretische ontwikkeling is een afname berekend van het areaal droogvallende platen 509 ha. Voor het verwachte scenario is een afname berekend van 191 ha (Vlie). Let wel, dit is de totale afname, na afloop van de gehele zoutwinning die naar verwachting 30 jaar in beslag neemt. Zelfs de berekende maximale afname na deze periode is kleiner dan de jaarlijkse variatie onder invloed van variaties in het niveau van laagwater. De maximale afname is net zo groot als de toename van het plaatareaal in het Vlie na 2,5 jaar.

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 D

Beslisboom

In onderstaand figuur wordt de beslisboom weergegeven.



BIJLAGE E

Luchtfoto's

Bij de monitoring van de gaswinning worden 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). Voor de bodemdaling bij de locatie Havenmond kunnen luchtfoto's 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.

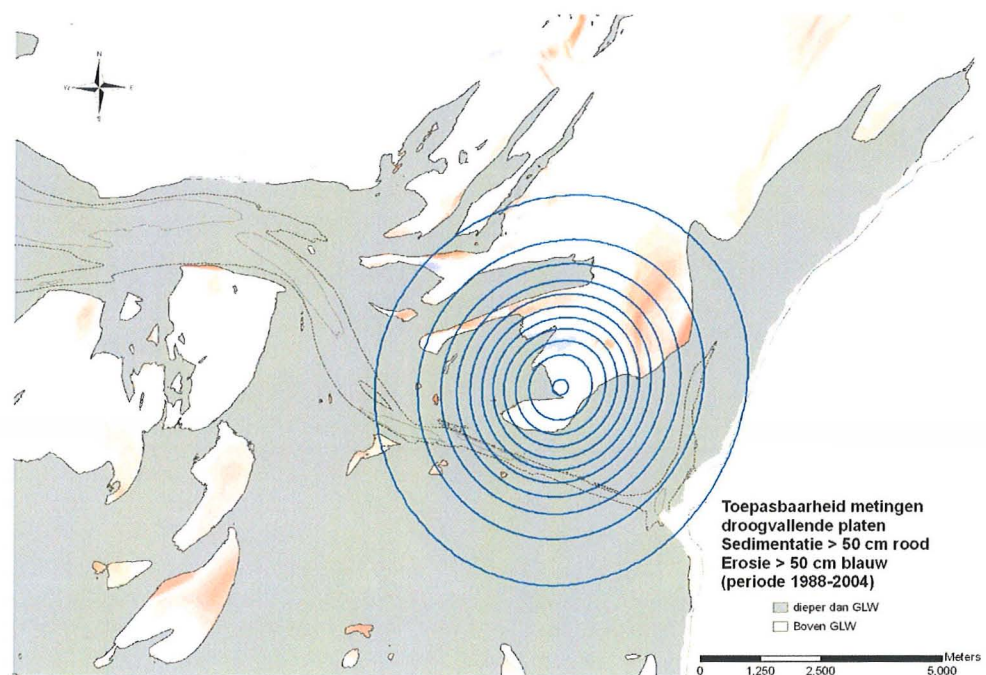
Luchtfoto-interpretatie levert geen toegevoegde waarde ten opzichte van de metingen van de bodemligging. Voor de monitoring van de zoutwinning zal daarom geen gebruik worden gemaakt van luchtfoto's. De metingen van de bodemligging (o.a. extra raaien) leveren betrouwbare kwantitatieve gegevens van de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

BIJLAGE F

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 meestation 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 kaolinit) 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 G

Referenties

- 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.
- 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.

COLOFON

MONITORINGSPLAN HAVENMOND

OPDRACHTGEVER:

FRISIA ZOUT BV

STATUS:

Definitief

AUTEUR:

J. Cleveringa

GECONTROLEERD DOOR:

N. de Boer

VRIJGEGEVEN DOOR:

J. Boer

7 juli 2010

074907501:0.1

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 verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.