

# PASSENDE BEOORDELING GASBORING EN GASWINNING TERNAARD

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

11 MAART 2021



## Contactpersoon

Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 264  
6800 AG Arnhem  
Nederland

---

# INHOUDSOPGAVE

|          |                                                                        |           |
|----------|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INLEIDING</b>                                                       | <b>7</b>  |
| 1.1      | Het project                                                            | 7         |
| 1.2      | Initiatiefnemer en bevoegd gezag                                       | 8         |
| 1.3      | Leeswijzer                                                             | 8         |
| <b>2</b> | <b>VOORGENOMEN ACTIVITEIT</b>                                          | <b>9</b>  |
| 2.1      | Fasen van de activiteit                                                | 9         |
| 2.1.1    | Aanlegfase                                                             | 10        |
| 2.1.2    | Winningsfase                                                           | 12        |
| <b>3</b> | <b>GASWINNING ONDER DE WADDENZEE</b>                                   | <b>15</b> |
| 3.1      | Inleiding                                                              | 15        |
| 3.2      | Dynamiek van de Waddenzee                                              | 17        |
| 3.2.1    | Morfologie van de kombergingsgebieden                                  | 17        |
| 3.2.2    | Het sedimentdelende systeem en het transport van water, zand en slib   | 18        |
| 3.2.3    | Langjarige ontwikkelingen op de schaal van het sedimentdelende systeem | 21        |
| 3.2.4    | Kwelders                                                               | 24        |
| 3.3      | De Hand aan de Kraan-systematiek                                       | 27        |
| 3.3.1    | De drie uitgangspunten van de Hand aan de Kraan-systematiek            | 27        |
| 3.3.2    | Uitgangspunt 1: Het meegroeivermogen van de Waddenzee                  | 28        |
| 3.3.3    | Uitgangspunt 2: De snelheid van zeespiegelstijging                     | 28        |
| 3.3.4    | Uitgangspunt 3: De bodemdalingssnelheid                                | 29        |
| 3.3.5    | De Meet- & Regelcyclus                                                 | 31        |
| 3.3.6    | Ecologische monitoring                                                 | 32        |
| 3.3.7    | Bevoegdheid, taakverdeling en rapportage                               | 33        |
| 3.3.8    | Extra volume zandsuppleties                                            | 35        |
| 3.3.9    | Gaswinning Ternaard en de Hand aan de Kraan-systematiek                | 35        |
| 3.3.10   | Hand aan de Kraan systematiek in de praktijk                           | 37        |
| <b>4</b> | <b>WERKEN BINNEN DE GEBRUIKSRUIMTE</b>                                 | <b>40</b> |

|          |                                                        |           |
|----------|--------------------------------------------------------|-----------|
| <b>5</b> | <b>BEOORDELINGSKADER</b>                               | <b>43</b> |
| 5.1      | Wet natuurbescherming                                  | 43        |
| 5.2      | Effecten van stikstofdepositie                         | 43        |
| 5.2.1    | Zelfstandige beoordeling stikstofdepositie             | 43        |
| <b>6</b> | <b>AFBAKENING EFFECTEN</b>                             | <b>44</b> |
| 6.1      | Natura 2000                                            | 44        |
| 6.1.1    | Mogelijke effecten                                     | 44        |
| 6.1.2    | Studiegebied Natura 2000                               | 45        |
| 6.2      | Effecten en reikwijdte                                 | 46        |
| 6.2.1    | Oppervlakteverlies tijdens aanleg                      | 46        |
| 6.2.2    | Verstoring tijdens aanleg                              | 47        |
| 6.2.3    | Verandering populatiedynamiek (sterfte) tijdens aanleg | 50        |
| 6.2.4    | Verzuring en vermesting                                | 51        |
| 6.2.5    | Verdroging en vernatting tijdens aanleg                | 53        |
| 6.2.6    | Bodemdaling tijdens winning                            | 54        |
| 6.2.7    | Extra volume zandsuppleties tijdens winning            | 55        |
| 6.3      | Samenvatting                                           | 58        |
| <b>7</b> | <b>AANWEZIGHEID NATUURWAARDEN</b>                      | <b>59</b> |
| 7.1      | Inleiding                                              | 59        |
| 7.2      | Morfologische kenmerken van het studiegebied           | 59        |
| 7.2.1    | Grootschalige sedimentatie                             | 59        |
| 7.2.2    | Plaatareaal, droogvalduur                              | 60        |
| 7.2.3    | Wadvogels en droogvallende platen                      | 63        |
| 7.2.4    | Sedimentsamenstelling                                  | 64        |
| 7.2.5    | Kwelders                                               | 64        |
| 7.2.6    | Kustdynamiek en zandsuppleties                         | 66        |
| 7.3      | Natura 2000-gebieden                                   | 69        |
| 7.3.1    | Waddenzee                                              | 70        |
| 7.3.2    | Noordzeekustzone                                       | 73        |
| 7.3.3    | Duinen Ameland                                         | 74        |
| 7.3.4    | Duinen Schiermonnikoog                                 | 75        |
| 7.4      | Samenvatting                                           | 76        |
| <b>8</b> | <b>EFFECTBEPALING</b>                                  | <b>84</b> |
| 8.1      | Inleiding                                              | 84        |
| 8.2      | Morfologische effectbepaling                           | 84        |
| 8.2.1    | Grootschalige sedimentatie                             | 84        |



|                                                                |                                                                                     |            |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 8.2.2                                                          | Plaatareaal, droogvalduur                                                           | 85         |
| 8.2.3                                                          | Sedimentsamenstelling                                                               | 87         |
| 8.2.4                                                          | Kwelders                                                                            | 87         |
| 8.2.5                                                          | Conclusie                                                                           | 88         |
| 8.3                                                            | Ecologische effectbepaling                                                          | 88         |
| 8.3.1                                                          | Aanlegfase                                                                          | 88         |
| 8.3.2                                                          | Winningsfase                                                                        | 90         |
| 8.3.3                                                          | Extra volume zandsuppleties                                                         | 92         |
| 8.3.4                                                          | Cumulatie                                                                           | 93         |
| 8.4                                                            | Conclusie effectbepaling                                                            | 96         |
| <b>9</b>                                                       | <b>EFFECTBEOORDELING</b>                                                            | <b>100</b> |
| 9.1                                                            | Inleiding                                                                           | 100        |
| 9.2                                                            | Passende beoordeling effecten stikstofdepositie                                     | 100        |
| 9.2.1                                                          | Effecten                                                                            | 100        |
| 9.2.2                                                          | Mitigatie                                                                           | 101        |
| 9.2.3                                                          | Kleine tijdelijke deposities van minder dan 0,05 mol N/ha gedurende maximaal 2 jaar | 101        |
| 9.2.4                                                          | Natura 2000-gebied Waddenzee                                                        | 102        |
| 9.2.5                                                          | Samenvatting passende beoordeling effecten stikstofdepositie                        | 104        |
| 9.3                                                            | Passende beoordeling effecten zandsuppleties                                        | 104        |
| 9.3.1                                                          | Effecten                                                                            | 104        |
| 9.3.2                                                          | Mitigatie                                                                           | 106        |
| 9.3.3                                                          | Beoordeling                                                                         | 107        |
| 9.4                                                            | Conclusies                                                                          | 107        |
| 9.5                                                            | Monitoring                                                                          | 108        |
| <b>10</b>                                                      | <b>LITERATUUR</b>                                                                   | <b>109</b> |
| <br><b>BIJLAGEN</b>                                            |                                                                                     |            |
| <b>BIJLAGE A VERSTORINGSCONTOUREN</b>                          |                                                                                     | <b>115</b> |
| <b>BIJLAGE B UITGANGSPUNTEN EN RESULTAAT AERIUS BEREKENING</b> |                                                                                     | <b>120</b> |
| <b>BIJLAGE C NATURA 2000 INSTANDHOUDINGSDOELEN</b>             |                                                                                     | <b>124</b> |
| <b>BIJLAGE D MONITORINGSPROGRAMMA</b>                          |                                                                                     | <b>130</b> |
| <b>BIJLAGE E ADDENDUM MONITORINGSPROGRAMMA</b>                 |                                                                                     | <b>131</b> |
| <b>BIJLAGE F NOTITIE VERLEASEN NOX EMISSIERUIMTE</b>           |                                                                                     | <b>137</b> |

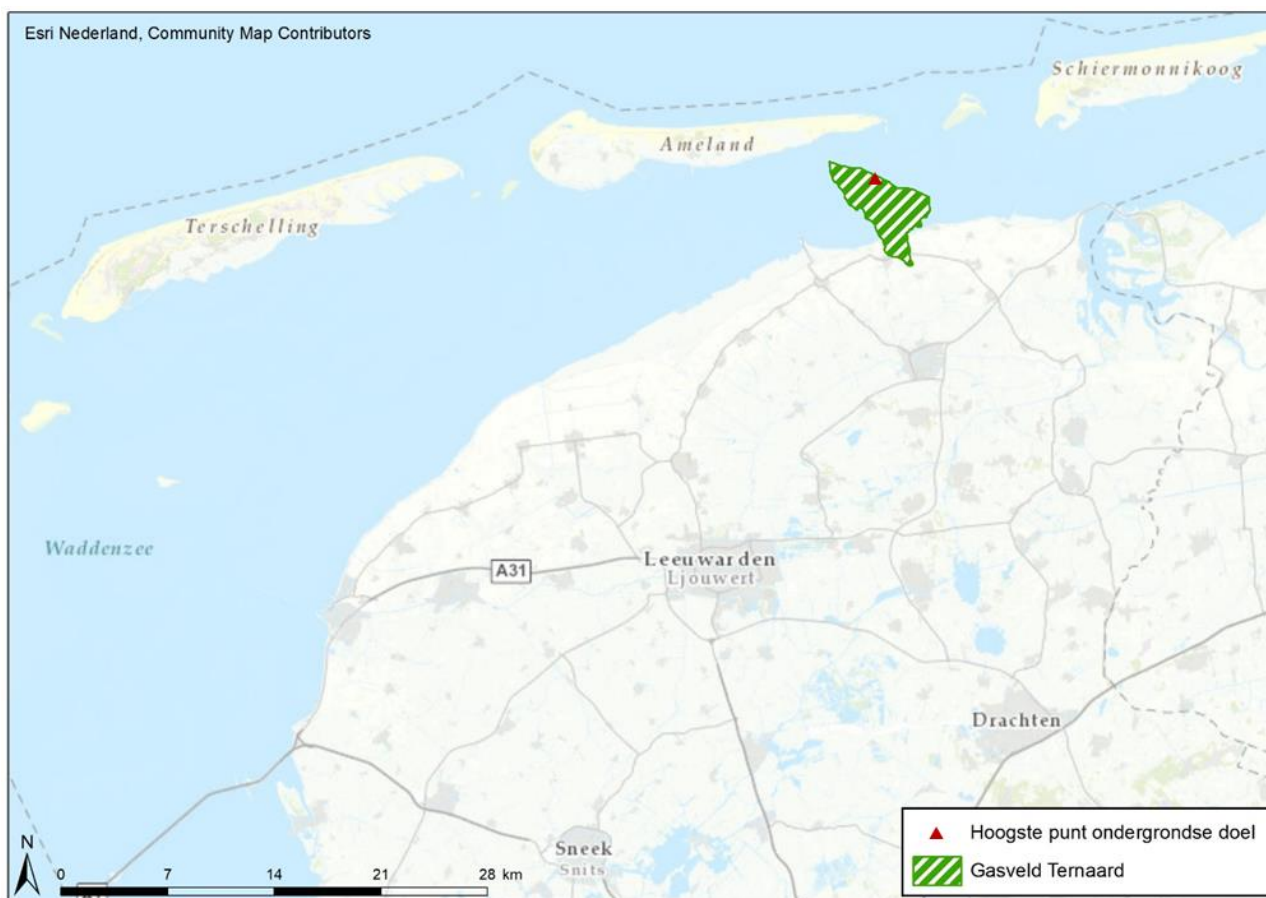
## COLOFON

138

# 1 INLEIDING

## 1.1 Het project

De Nederlandse Aardoliemaatschappij B.V. (hierna: NAM) is voornemens een productieboring uit te voeren naar het Ternaard gasveld. Het Ternaard gasveld ligt op ruim 3 kilometer diepte, ten noorden van het dorp Ternaard in de gemeente Noardeast-Fryslân. Een klein deel van dit gasveld ligt onder land. Het grootste deel van dit gasveld ligt onder de Waddenzee – grofweg tussen de kust bij Ternaard en Ameland – onder het kombergingsgebied ‘Pinkegat’. In Figuur 1-1 is de ligging van het Ternaard gasveld weergegeven. Om de boring, de winning van het gas en de aanleg van een transportleiding mogelijk te maken wordt een m.e.r.-procedure doorlopen, moet een winningsplan worden goedgekeurd, verschillende vergunningen worden verleend en een inpassingsplan worden vastgesteld. Deze Passende beoordeling vormt het middel waarmee een vergunning van de Wet natuurbescherming aangevraagd kan worden voor de gaswinning, inclusief de hiervoor noodzakelijke voorbereidende werkzaamheden, bij Ternaard.



Figuur 1-1 Ligging Ternaard gasveld

Het doel van het project boring en gaswinning Ternaard is:

*Het op duurzame, veilige en optimale wijze winnen van het aardgas uit het Ternaard gasveld, binnen de beschikbare gebruiksruimte voor gaswinning in de Waddenzee en met toepassing van het ‘Hand aan de Kraan’-principe.*

Uitgangspunt daarbij is dat vigerende vergunningvereisten voor bestaande winningen onder de Waddenzee - ten aanzien van bodemdaling, de gevolgen voor de natuur en het meten en monitoren - op vergelijkbare wijze toegepast worden op de gaswinning uit het Ternaard gasveld. In essentie betekent dit dat gewerkt wordt volgens het Hand aan de Kraan-principe (of HadK-principe). Dit principe houdt in dat de gaswinning wordt beperkt of stilgelegd voordat de natuurgrens (het ‘meegroeivermogen’) van de Waddenzee dreigt te worden overschreden. Zo wordt voorkomen dat de bodem sneller daalt dan het natte deel van het

Waddensysteem kan compenseren door de aanvoer van slib en zand. Hierbij wordt ook rekening gehouden met de zeespiegelstijging. Door deze factoren mee te wegen, kan de 'gebruiksruimte' worden bepaald: de bodemdaling die als gevolg van de gaswinning op mag treden, zonder dat er significant negatieve effecten op het Waddensysteem ontstaan.

## 1.2 Initiatiefnemer en bevoegd gezag

### Initiatiefnemer

De initiatiefnemer voor het project is NAM.

*Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. (NAM)  
Scheepersmaat 2  
9405 TA Assen  
Postbus 28000, 9400 HH Assen*

### Bevoegd gezag

De minister van EZK is onder andere bevoegd gezag voor het besluit over het winningsplan en overige besluiten in het kader van de Mijnbouwwet. De minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) is bevoegd gezag voor de vergunning in het kader van de Wet natuurbescherming. De ministers van EZK en Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (hierna: BZK) zijn bevoegd gezag voor het vaststellen van het inpassingsplan. De voorbereiding en bekendmaking van het MER, het winningsplan, de benodigde vergunningen en het inpassingsplan worden gecoördineerd door het ministerie van EZK.

*Ministerie van Economische Zaken en Klimaat  
Directoraat-Generaal Klimaat en Energie  
Directie Warmte en Ondergrond  
Bezuidenhoutseweg 73  
2594 AC Den Haag  
Postbus 20401, 2500 EK Den Haag*

## 1.3 Leeswijzer

Deze Passende beoordeling heeft een opbouw waarin specifieke aandacht is voor de Waddenzee in relatie tot de gaswinning. Dit komt tot uitdrukking in de Hoofdstukken 3 en 4, met de titels *Gaswinning Waddenzee* en *Werken binnen de gebruiksruimte*. In hoofdstuk 3 *Gaswinning Waddenzee* wordt de lezer stapsgewijs meegenomen in de dynamiek van het zand en slib in de Waddenzee en de response van die dynamiek op de stijgende zeespiegel en bodemdaling. Daarna wordt ingegaan op het HadK-principe, dat is ontwikkeld voor de gaswinning Waddenzee. In het daaropvolgende Hoofdstuk *Werken binnen de gebruiksruimte* wordt kort samengevat hoe vorm wordt gegeven aan de randvoorwaarde dat de gaswinning Ternaard plaats zal vinden binnen de gebruiksruimte, omdat deze randvoorwaarde medebepalend is voor de effectbepaling en -beoordeling.

Voorafgaand aan het hoofdstuk *Gaswinning Waddenzee* is in hoofdstuk 2 de activiteit beschreven. Na het hoofdstuk *Werken binnen de gebruiksruimte* geeft het hoofdstuk 5 het beoordelingskader van de Wet natuurbescherming.

In de daaropvolgende hoofdstukken 6 tot en met 9 vindt de feitelijke effectbeoordeling plaats, waarbij sprake is van een trechtering van de effecten. De afbakening van de effecten van de gaswinning Ternaard is opgenomen in hoofdstuk 6. In dit hoofdstuk wordt aan het begin van het hoofdstuk vastgesteld welke mogelijke effecten kunnen optreden tijdens de aanleg en de gaswinning. Vervolgens wordt onderbouwd welke van de mogelijke effecten zeker geen effecten op de Natura 2000-instandhoudingsdoelen hebben. Het daaropvolgende hoofdstuk 7 geeft een beschrijving van de morfologische kenmerken van het Natura 2000-gebied en van de aanwezigheid van de natuurwaarden. Vervolgens wordt in hoofdstuk 8 Effectbepaling ingegaan op die mogelijke effecten waarvan in hoofdstuk 6 niet met zekerheid kon worden vastgesteld dat deze geen effecten hebben. Ten slotte vindt in hoofdstuk 9 de daadwerkelijke effectbeoordeling plaats.

## 2 VOORGENOMEN ACTIVITEIT

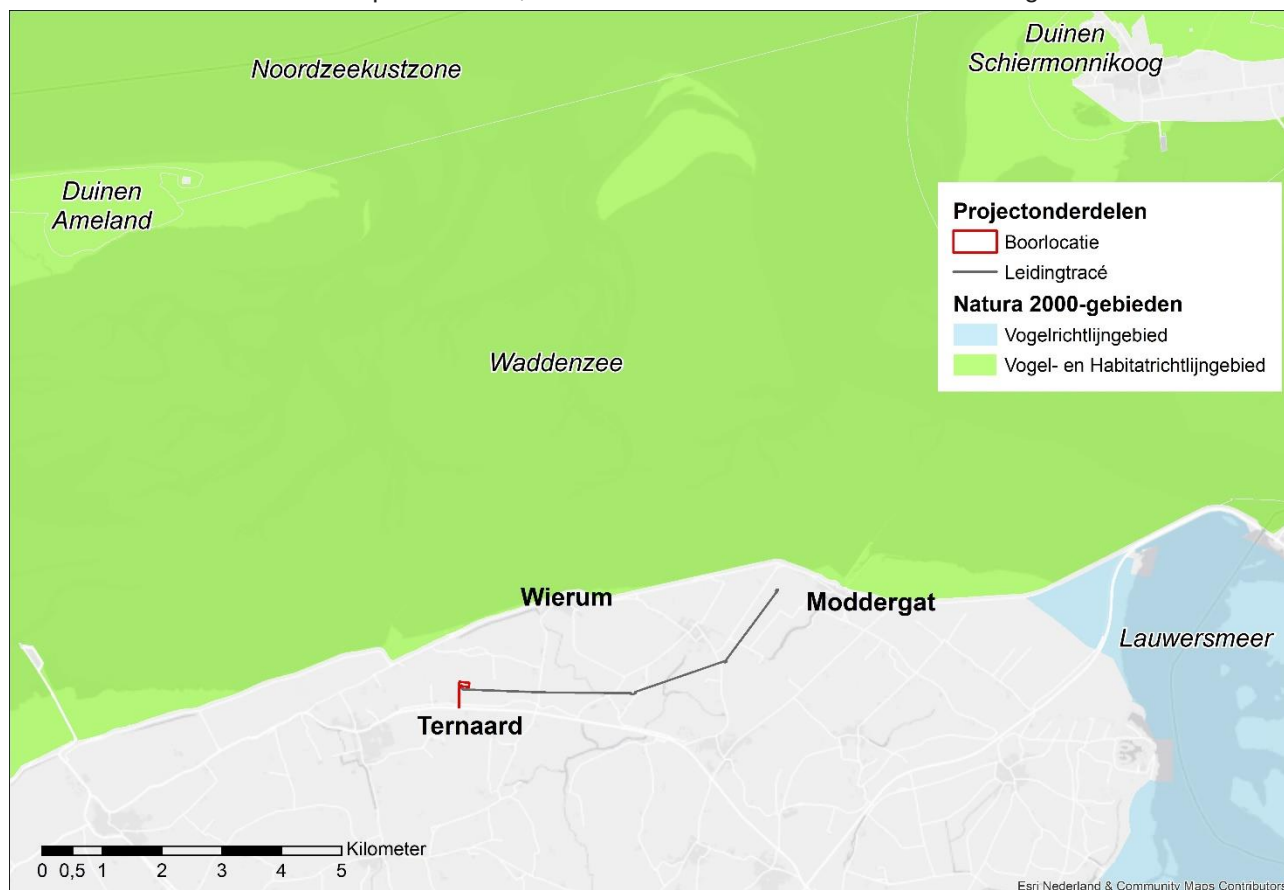
In dit hoofdstuk is een beschrijving opgenomen van de voorgenomen activiteit, waarbij onderscheid gemaakt wordt in de aanlegfase en de winning (paragrafen 2.1.1 en 2.1.2). Na de beschrijving van deze fasen wordt ingegaan op het Winningsscenario.

### 2.1 Fasen van de activiteit

Op dit moment staat de Ternaard-boring (Figuur 2-1) gepland vanaf medio 2021 met een duur van circa 134 dagen. De totale aanlegfase duurt circa 9 maanden.

De hoofdzakelijke werkzaamheden die samenhangen met de voorgenomen activiteit op de productielocatie(s) zijn:

- Aanlegfase (zie paragraaf 2.1.1)
  - realisatie van een locatie voor het plaatsen van de boorinstallatie;
  - aanvoeren, opstellen en afvoeren van de boorinstallatie;
  - aanbrengen van een geluidsscherm indien nodig;
  - boren van een nieuwe put met een Deutag T-700 of vergelijkbare boorinstallatie;
  - boorproces;
  - affakkelen van vrijkomend gas;
  - aanleg transportleiding naar Moddergat.
- Winning (zie paragraaf 2.1.2)
  - Deze fase omvat de winning van het gas, waarbij het gas getransporteerd wordt van de productielocatie naar Moddergat. Verder zijn er geen nieuwe ontwikkelingen of werkzaamheden die een verwachte milieu-impact hebben, anders dan reeds beschreven in de aanlegfase.



Figuur 2-1 Ligging Boor/productielocatie (rode lijn) en het leidingtracé naar Moddergat (groene lijn)

## 2.1.1 Aanlegfase

### Boren

#### Wat

In 1991 is het veld bij Ternaard al aangeboord. NAM vond toen aardgas, maar ging niet tot winning over omdat de put niet op de juiste locatie in het gasveld stond. Met nieuwe technieken heeft NAM de gegevens van de diepe ondergrond nu opnieuw bestudeerd. NAM verwacht bij een nieuwe boring zo'n 7,57 miljard m<sup>3</sup> aardgas te kunnen winnen. Voordat NAM het aardgas kan winnen, moet een nieuwe gasput worden geboord. Hiervoor moet een productielocatie aangelegd worden vanaf waar NAM de boring uitvoert. De mijnbouwlocatie heeft een ruimtebeslag van 170 meter bij 87 meter. Als blijkt dat het gas in voldoende volume, met voldoende druk aanwezig is en van goede kwaliteit is dan wordt overgegaan tot de winning van het aardgas (zie alinea productietesten, hieronder).

#### Hoe

Op de productielocatie wordt tijdelijk (ongeveer 4,5 maand) een mobiele (demontabele) boorinstallatie geplaatst van het type Deutag T-700 (zie Figuur 2-2) of een vergelijkbare boorinstallatie van 46 meter hoog. Voorafgaand aan het plaatsen van de boorinstallatie moeten 170 palen worden geheid (Standaard palenplan T-700, NAM b.v.). Heien vindt plaats gedurende enkele weken, waarin de palen worden geplaatst ter verankering van de boorinstallatie en het plaatsen van een stalen conductorpijp voor de boorput (2). De boorinstallatie wordt voorzien van elektriciteit door middel van dieselgeneratoren. De boorinstallatie bestaat uit een boortoren en een 'mudplant' waar boorvloeistoffen, die tijdens het boren in gebruik zijn, worden opgeslagen en behandeld (1).

Voor de aan- en afvoer van de boorinstallatie met bijbehorende apparatuur zijn circa 115 transportbewegingen nodig (2). Met de aanvoer en het opbouwen van de installatie zijn circa 10 dagen gemoeid. Gemiddeld zijn er per dag 3 tot 7 transportbewegingen nodig voor de aan- en afvoer van materiaal. Transport gedurende de nacht wordt vermeden.

Vanaf de productielocatie boort NAM gedeveerd (schuin) naar een punt onder de Waddenzee. Dit punt is het ondergrondse doel in het gasveld waar NAM naartoe wil boren. Omdat gas naar boven beweegt en zich concentreert in het hoogstgelegen deel van het gasveld, is het belangrijk dat het ondergrondse doel het hoogste punt van het gasveld is. Dit hoogste punt bevindt zich in het noorden van het gasveld. Dit punt ligt op een diepte van ongeveer 3400 meter onder NAP.

Op basis van geluidsonderzoek tijdens boringen, is de *noise footprint* van de T-700 vastgesteld. De *noise footprint* is de afstand van de boortoren tot de 60 dB(A) grens rondom de boortoren, conform BARMM-eisen. Dit geluidsniveau mag conform BARMM-eisen 50 dagen optreden en de heiwerkzaamheden vinden tijdelijk plaats, gedurende 10-15 werkdagen (3).

Het boren van de put strekt zich uit over een periode van circa 4 maanden, waarin continu (24 uur per etmaal, 7 dagen per week) wordt geboord. Ten behoeve van de boring wordt eerst een zogenaamde boorkelder aangelegd, waarna een stalen buis van circa tachtig meter (de 'stove-pipe') de grond in wordt geheid. Vanaf hier zal de mobiele boorinstallatie het boorgat realiseren. Hiervoor wordt een holle boorstang gebruikt met een beitels die het gesteente tot gruis vermaalt. De beitel boort zichzelf door middel van het eigen gewicht de grond in en wordt verlengd met een nieuwe boorpijp aan de boorstang zodra het einde van de voorgaande boorstang is bereikt (4).

Gedurende de boring wordt continu een boorvloeistof<sup>1</sup> naar beneden gepompt en brengt het boorgruis zodoende omhoog naar de oppervlakte. Door middel van schudzeven, cyclonen en centrifuges wordt het boorgruis uit de vloeistof gefilterd en afgevoerd naar een erkende verwerker. De vloeistof wordt via een gesloten systeem hergebruikt (5).

Om het boorgat open te houden, wordt het boorgat verbuisd met stalen bekledingsbuizen ('casings'). De binnenste casing dient voor het transport van het gas naar de oppervlakte. De buitenste casing wordt met cement aan de boorgatwand bevestigd. Deze casing voorkomt dat de putwand tijdens het boren instort, dat

<sup>1</sup> Indicatie: KPM (boorspoeling op waterbasis); VCM (boorspoeling op oliebasis); diverse boorchemicaliën; cement; kaliumchloride-brine (zoutwateroplossing).



migratie tussen de bodemlagen optreedt en dat gas via het boorgat kan ontsnappen. De put wordt afgewerkt met een veiligheidsafsluiter die ten behoeve van de veiligheid op het boorgat worden gemonteerd. Deze hebben als functie dat ze op elk gewenst moment en – indien noodzakelijk – van afstand kunnen worden gesloten om een blow-out te voorkomen. Het aanwezige gas wordt onderzocht om te bepalen of het winbaar is (productietesten) (5).

De boortoren is tijdens de werkzaamheden verlicht. De lichtuitstraling naar de omgeving wordt beperkt door de verlichting alleen te gebruiken wanneer dat nodig is (bijvoorbeeld alleen wanneer gewerkt wordt), een beperkt aantal lampen in te zetten, ledverlichting toe te passen, de montagehoogte te beperken en de lampen voornamelijk naar het grondoppervlak te richten. Alleen de boorvloer en -toren zijn zichtbaar. De boorinstallatie zal alleen gedurende de aanlegfase aanwezig zijn (5). Tijdens het affakkelen in de aanlegfase wordt de hemel gedurende 2 dagen opgelicht.



*Figuur 2-2 Boorinstallatie inclusief boortoren en geluidswanden, zoals deze op de productielocatie eruit zal zien. Deze installatie staat meestal enkele maanden op locatie*

#### *Productietesten*

Als de gashoudende formatie is bereikt en gas wordt aangetroffen, worden productietesten uitgevoerd. Hierbij worden gegevens over het productievermogen van de put, de reservoir-technische eigenschappen en de samenstelling van het gas verkregen. Indien het gas niet produceerbaar blijkt, dan wordt de put afgesloten.

Een onderdeel van het testen is het gedurende een korte periode gas produceren uit de put. Het geproduceerde gas en mee geproduceerde vloeistoffen worden gescheiden, waarna het gas wordt afgefakkeld in de tijdelijk aanwezige fakkelinstallatie op de productielocatie. Hiervoor worden twee fakkels op

de productielocatie geplaatst op 21 meter hoogte. Affakkelen gebeurt in drie perioden van 8 uur, verdeeld over 36 uur, daarna nog een periode van 24 uur non-stop (6).

#### *Waar*

Om tot een geschikte locatie voor de boring en de winning te komen zijn enkele systematische stappen doorlopen. De ligging van het gasveld is een gegeven en vormde daarmee de start van de zoektocht. Op basis van kansen en belemmeringen vanuit milieutechnische en beleidsmatige overwegingen zoals bodem, verstoring, waterkeringen et cetera is de uiteindelijke productielocatie bepaald. Het voorkeursalternatief (Figuur 2-1) is door de minister van EZK vastgesteld. Het exacte perceel moet nog worden aangekocht.

### **Aanleg leidingtracé**

#### *Wat?*

Om het gas te transporteren naar de afnemer moet een nieuwe ondergrondse transportleiding met een diameter van circa 45 centimeter aangelegd worden tussen de productielocatie en de bestaande mijnbouwlocatie Moddergat. Vanuit Moddergat wordt het gas via de reeds bestaande gasleiding naar de gasbehandelingslocatie in Anjum getransporteerd.

De keuze voor Moddergat is gebaseerd op afstand en capaciteit. Moddergat is de dichtstbijzijnde locatie vanaf het gasveld en heeft voldoende capaciteit om deze nieuwe toevoer van gas op het gasnet aan te sluiten. Een alternatieve mijnbouwlocatie, locatie Blija, heeft deze capaciteit niet.

#### *Hoe?*

De aanleg van het tracé gebeurt grotendeels 'in den droge'. Dit betekent dat er een sleuf gegraven wordt die, indien nodig, drooggehouden wordt door het toepassen van bemaling. In deze sleuf wordt vervolgens de leiding gelegd. Met de grondeigenaren en grondgebruikers maakt de NAM afspraken over het uit gebruik nemen van de werkstrook voor (meestal) een volledig groeiseizoen (7). De transportleiding wordt op een diepte van circa 2,00-2,10 meter onder maaiveld aangelegd, om zo de drainagesystemen van de aanwezige landbouw (1,5 meter -mv) te ontwijken.

Op de locatie Moddergat wordt de leiding bovengronds gekoppeld aan de bestaande gasinstallatie ('tie-in'). Vanaf Moddergat wordt de bestaande leiding gebruikt en zijn er verder geen ingrepen en/of werkzaamheden nodig.

#### *Waar?*

De ligging van het leidingtracé wordt in eerste instantie bepaald door het startpunt, de productielocatie, en het eindpunt, locatie Moddergat. Vanaf de productielocatie ligt de leiding met een lichte boog naar de aansluiting bij Moddergat.

## **2.1.2 Winningsfase**

### **Wat**

Wanneer de productieboring succesvol is afgerond en de benodigde vergunningen zijn verkregen, wordt gestart met de winning van aardgas.

Het totale volume in het Ternaard gasveld wordt geschat op circa 25 miljard m<sup>3</sup> (25 billion cubic meters, BCM). Echter, niet al dit gas zal uiteindelijk worden gewonnen. Uitgangspunt voor winning is dat NAM opereert binnen de kaders die in de vergunningen en instemmingsbesluiten zijn gesteld ten aanzien van bodemdaling als gevolg van de overige gaswinningen in het Waddengebied. Hoe dat werkt staat in paragraaf 3.3. Dit betekent een maximale winning van circa 7,57 miljard m<sup>3</sup> voor Ternaard en dit scenario ligt ten grondslag aan de effectbeoordeling. Dit volume wordt geleidelijk gewonnen over een periode van circa 20 jaar, zie hiervoor de 'voorgenomen gaswinning' in Tabel 2-1.



Tabel 2-1 Winningsscenario's gaswinning Ternaard

| Ternaard gasproductie |                                                      |                                                                                                                                        |
|-----------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jaar                  | Minimale scenario<br>x miljard Nm <sup>3</sup> /jaar | Voorgenomen gaswinning<br>x miljard Nm <sup>3</sup> /jaar<br><br>(Maximale productie binnen de huidige<br>gebruiksruimte) <sup>2</sup> |
| 2021                  | 0,069                                                | 0,069                                                                                                                                  |
| 2022                  | 0,663                                                | 0,731                                                                                                                                  |
| 2023                  | 0,626                                                | 0,678                                                                                                                                  |
| 2024                  | 0,540                                                | 0,638                                                                                                                                  |
| 2025                  | 0,468                                                | 0,558                                                                                                                                  |
| 2026                  | 0,410                                                | 0,519                                                                                                                                  |
| 2027                  | 0,358                                                | 0,499                                                                                                                                  |
| 2028                  | 0,316                                                | 0,475                                                                                                                                  |
| 2029                  | 0,281                                                | 0,452                                                                                                                                  |
| 2030                  | 0,250                                                | 0,433                                                                                                                                  |
| 2031                  | 0,222                                                | 0,412                                                                                                                                  |
| 2032                  | 0,199                                                | 0,394                                                                                                                                  |
| 2033                  | 0,177                                                | 0,377                                                                                                                                  |
| 2034                  | 0,158                                                | 0,361                                                                                                                                  |
| 2035                  | 0,072                                                | 0,345                                                                                                                                  |
| 2036                  | 0,000                                                | 0,330                                                                                                                                  |
| 2037                  | 0,000                                                | 0,302                                                                                                                                  |
| Totaal                | 4,81                                                 | 7,57                                                                                                                                   |

### Hoe

In de winningsfase wordt op de productielocatie een productie-eenheid geplaatst (Figuur 2-3). Het gas stroomt vanuit het gasveld naar de productielocatie en via de aangelegde transportleiding tussen de productielocatie naar de bestaande mijnbouwlocatie Moddergat. Het gas wordt vervolgens vanaf Moddergat naar de gasbehandelingslocatie in Anjum getransporteerd.

Daar wordt het gas geschikt gemaakt voor transport naar de afnemer. Er vinden geen wijzigingen plaats op locatie Anjum als gevolg van dit voornemen.

<sup>2</sup> De voorgenomen gaswinning komt overeen met het hoge productiescenario uit het winningsplan Ternaard (NAM, 2019).



*Figuur 2-3 Voorbeeld van een productie-eenheid op een productielocatie*

#### *Putstimulatie*

De opbrengst van een gaswinningsput neemt na verloop van tijd af. Er zijn verschillende manieren om de levensduur van de gaswinning te verlengen. Eén van de methoden is het zogenaamde 'fracken', maar dit maakt geen onderdeel uit van het voornemen.

#### *Zandsuppletie*

Langs de hele Nederlandse kust worden in opdracht van Rijkswaterstaat zandsuppleties uitgevoerd vanwege het Nederlandse kustbeleid. Het Nederlandse kustbeleid is erop gericht om de positie van de kustlijn in stand te houden en de zandvoorraad van het kustfundament op peil te houden. De daling van de diepe ondergrond door gaswinning leidt in de Waddenzee tot extra sedimentatie van zand en slib, dat afkomstig is van de buitendelta's en de kust van Ameland. Deze afname van het zandvolume voor de kust is vanuit het vigerende kustbeleid ongewenst en daarom wordt een extra volume zand gesuppleerd. De zandsuppleties omvatten de zandwinning in de wingebieden, het transport van de wingebieden naar de suppletielocaties en het aanbrengen van het zand op de vooroever. Het extra volume aan zand dat zal worden gesuppleerd is het gevolg van de voorgenomen activiteit (de gaswinning).

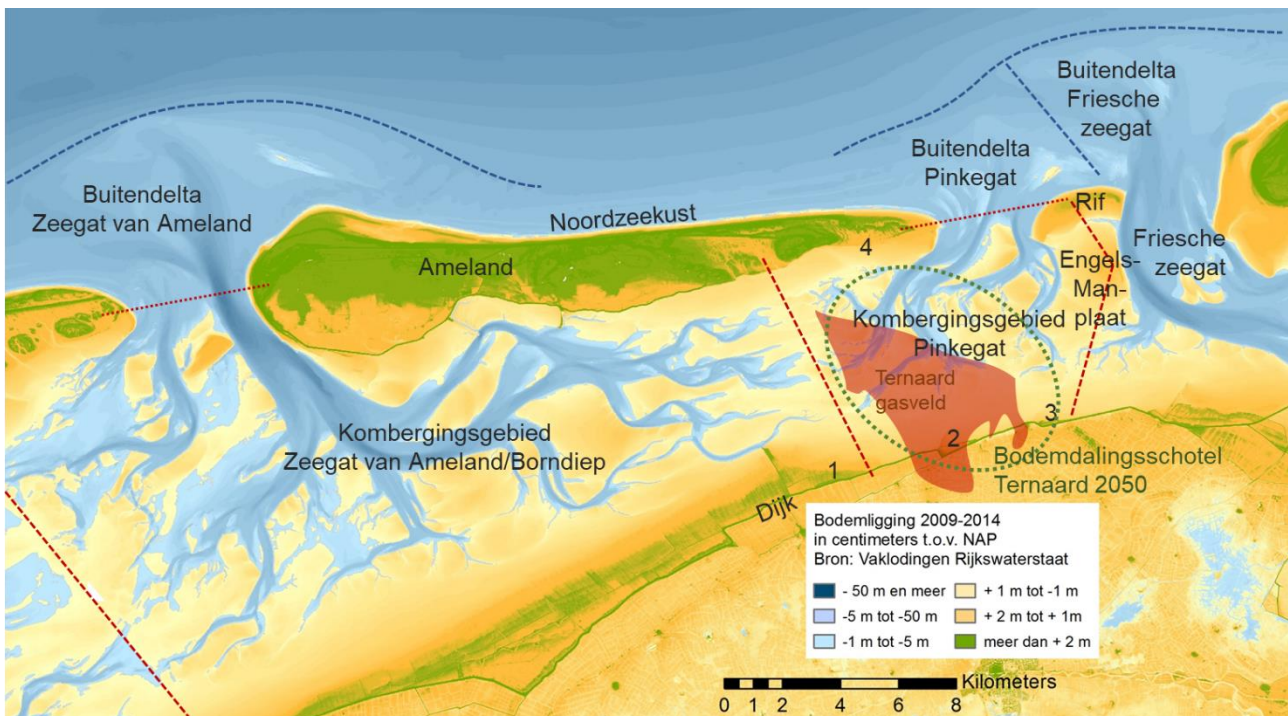
#### **Waar**

De winning vindt plaats vanaf de productielocatie. Behandeling van het gas vindt plaats op de bestaande locatie in Anjum. De zandsuppleties sluiten aan bij de toekomstige zandsuppleties die door Rijkswaterstaat op Ameland zullen worden uitgevoerd.

### 3 GASWINNING ONDER DE WADDENZEE

#### 3.1 Inleiding

Het gasveld Ternaard ligt voor het grootste deel onder de Waddenzee (Figuur 3-1). De activiteit moet dan ook worden aangemerkt als een project, namelijk gaswinning onder de Waddenzee. Gaswinning onder de Waddenzee is niet nieuw. Het meest recent en meest uitgebreid beoordeeld zijn de waddenwinningen die vanaf de NAM-locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen (afgekort MLV) plaatsvinden. Het Rijksprojectbesluit voor gaswinning onder de Waddenzee beziet de winning van deze locaties. In dat Rijksprojectbesluit wordt uitgelegd hoe gaswinning onder de Waddenzee wordt gemanaged en gecontroleerd met het HadK-principe. Mogelijke schade aan de Waddenzeenatuur door gaswinning wordt gegarandeerd voorkomen door deze HadK-systematiek. In dit hoofdstuk wordt uitgelegd hoe de HadK-systematiek werkt en waarop het gebaseerd is. Vervolgens wordt toegelicht hoe de voorgenomen gaswinning uit het gasveld Ternaard onderdeel wordt van deze systematiek. Dit hoofdstuk sluit af met enkele praktijkvoorbeelden van hoe voor de gaswinning in het waddengebied de vinger aan de pols wordt gehouden.



Figuur 3-1 Kaart met de bodemdalingsschotel door gaswinning Ternaard en de kombergingsgebieden in de Waddenzee, buitendelta en de Noordzeekust van Ameland

Het gas is op circa 3.400 meter diep onder de Waddenzee aanwezig in de gasvoerende lagen, waar het gas aanwezig is in de poriën van het gesteente. Gaswinning leidt tot drukdaling in deze gasvoerende lagen. Als gevolg van deze drukdaling en onder invloed van het gewicht van de bovenliggende aardlagen, wordt het gasvoerende gesteente samengedrukt. Dat noemen we compactie. Deze compactie leidt tot een lichte verzakking van de bovenliggende aardlagen en uiteindelijk tot een daling aan het aardoppervlak. Dit fenomeen noemen we bodemdaling. Op het land wordt bodemdaling aan de hand van landmeetcampagnes gemonitord. Daardoor weten we dat bodemdaling boven gasvelden in Nederland typisch enkele centimeters tot decimeters bedraagt. In de Waddenzee is dat anders. Daar meten we geen bodemdaling door gaswinning aan het wadoppervlak. Dit komt enerzijds doordat sediment in de Waddenzee door stroming en golven continu wordt herverdeeld. Anderzijds zorgt een aanvoer van zand en slib vanuit de kustzone en Noordzee ervoor dat er ook op langere termijn geen zandtekort ontstaat. Hoe de processen van erosie en sedimentatie de ontwikkeling van de wadplaten en geulen beïnvloeden en waarom dat belangrijk is om bodemdaling in het Waddengebied tegen te gaan, kunt u lezen in paragraaf 3.2.

In de bovenstaande alinea wordt gesteld dat er een aanvoer is van zand en slib vanuit de Noordzeekustzone naar de Waddenzee. Wat er op hoofdlijnen gebeurt, is dat de golfslag en stroming in de Noordzeekustzone relatief sterk zijn. Deze waterbeweging leidt tot het opwervelen van zand en slib. Met de vloedstroom, stroomt zo sedimentrijk water door de geulen de Waddenzee in. Boven de platen nemen de stroomsnelheden af en bezinken zand en slib. Zo ontstaan en groeien de wadplaten. Deze groei is van belang om de stijgende zeespiegel en de bodemdaling door de gaswinning op natuurlijke wijze te compenseren. Als er meer water het gebied in stroomt, neemt de zand- en slibaanvoer toe (paragraaf 3.2.3). De aanvoercapaciteit van deze natuurlijke transporten van zand en slib is niet oneindig. In het kader van gaswinning onder de Waddenzee is er veel onderzoek gedaan om de grenzen van deze aanvoercapaciteit met zekerheid vast te stellen. Verschillende studies, op basis van berekeningen met andere uitgangspunten en aannames, komen tot uiteenlopende getallen. In de meest voorzichtige berekeningen in de Integrale Bodemdalingstudie uit 1998 is bepaald dat delen van de Waddenzee 3 tot 10 mm per jaar zouden moeten kunnen ophogen (meegroeien) als resultaat van die aanvoercapaciteit (Oost et al., 1998; Hoeksema et al., 2004). Recentere studies komen met veel hogere getallen (Wang et al. 2017; 2018). Voor het Pinkegat, dat is het deel van de Waddenzee waaronder het gasveld Ternaard ligt, zijn meegroeivermogens van 6, 10, 13 en 32 mm per jaar berekend (zie paragraaf 3.3.2).

Het hierboven geïntroduceerde meegroeivermogen van de Waddenzee is onderdeel van de HadK-systematiek om te voorkomen dat onherstelbare verlaging van de wadplaten optreedt door gaswinning onder de Waddenzee. In de kern zorgt de HadK-systematiek ervoor dat de bodemdaling onder de Waddenzee door de gaswinning, opgeteld bij de zeespiegelstijging<sup>3</sup> niet groter wordt dan het meegroeivermogen van het betreffende deel van de Waddenzee. Jaarlijks wordt bepaald hoeveel bodemdaling heeft plaatsgevonden en hoeveel zeespiegelstijging is opgetreden en wordt vooruitgekeken naar de voorspelde bodemdaling en verwachte zeespiegelstijging. Dit wordt gerapporteerd aan het bevoegd gezag en de toezichthouder. Ieder jaar wordt dit opnieuw berekend, op basis van metingen van de bodemdaling onder de Waddenzee. Wanneer de bodemdaling in combinatie met de zeespiegelstijging groter dreigen te worden dan het vastgestelde meegroeivermogen, dan wordt de gaswinning teruggeschroefd. Minder gaswinning leidt tot minder bodemdaling en zo wordt voorkomen dat een onherstelbare verlaging van de wadplaten optreedt door de gaswinning. Dit proces heet de "Meet- en Regelcyclus". De Meet- en Regelcyclus als onderdeel van HadK-systematiek wordt uitgebreid toegelicht in paragraaf 3.3.5.

De wadplaten groeien dus mee met de stijgende zeespiegel en met de bodemdaling door de gaswinning. Het zand dat daarvoor vanuit de Noordzeekustzone de Waddenzee in getransporteerd wordt, is afkomstig van de eilandkust, de buitendelta en de ondiepe delen van de Noordzee. Samen noemen we deze gebieden het kustfundament. Om de zandvoorraad van het kustfundament op peil te houden, voert Rijkswaterstaat zandsuppleties uit. Rijkswaterstaat heeft als verantwoordelijkheid en tot taak om het volume aan zand dat nodig is om de zeespiegelstijging bij te houden, aan te vullen met zand uit de diepere delen van de Noordzee. Per jaar is dat voor heel Nederland zo'n 12 miljoen kuub zand, dat deels op de stranden en deels onder water voor de stranden wordt gedeponeerd. Voor het deel van de Waddenzee dat we het Pinkegat noemen, komt daar nog een volume zand bij, namelijk het volume aan bodemdaling als gevolg van gaswinning onder het gebied. Zo wordt voorkomen dat gaswinning Waddenzee leidt tot een zandafname in het kustfundament. In paragraaf 3.3.8 wordt zandsuppletie nader besproken.

In aanvulling op de metingen voor de HadK-systematiek wordt voor de gaswinning onder de Waddenzee een ecologisch monitoringprogramma uitgevoerd. Dit programma is een extra veiligheid die uit voorzorg is ingebouwd, om zeker te stellen dat inderdaad geen onherstelbare schade optreedt in de Waddenzee door de gaswinning. Met een uitgebreid monitoring- en data-analyseprogramma maakt NAM jaarlijks inzichtelijk hoe een aantal ecologische parameters zich in het Waddengebied ontwikkelt. Hierbij dient de NAM redelijkerwijs aannemelijk te maken dat geobserveerde veranderingen niet het gevolg zijn van bodemdaling door gaswinning. Lukt dat niet, dan is het aan de Minister van LNV om te bepalen of er sprake is van significante gevolgen voor de instandhoudingsdoelen van de Waddenzee. Ook dit kan leiden tot het stoppen of verminderen van de gaswinning op grond van toepasselijke vergunningvoorschriften in opdracht van het bevoegd gezag. De ecologische monitoring wordt nader besproken in paragraaf 3.3.6. Het

---

<sup>3</sup> In deze Passende beoordeling wordt met zeespiegelstijging steeds de relatieve zeespiegelstijging bedoeld, die bestaat uit de absolute stijging van de zeespiegel en de tektonische bodemdaling. Dit komt overeen met de Passende beoordeling voor de gaswinning Waddenzee (Ministerie van Economische Zaken, 2006), de Integrale bodemdalingstudie (Oost et al., 1998).



monitoringprogramma voor de Waddenwinning is bijgevoegd als bijlage (D) aan deze Passende beoordeling. Aanpassingen aan dat programma t.b.v. de voorgenomen gaswinning Ternaard staan in paragraaf 9.5 en zijn opgenomen bij bijlage E.

Gaswinning volgens het HadK-principe wordt sinds 2007 uitgevoerd voor de MLV-winningen en de gaswinning onder Ameland (sinds 1986). De praktijkervaringen met gaswinning onder de Waddenzee heeft een aantal aandachtspunten opgeleverd:

- De voorspellingen van de bodemdaling zijn verbeterd in de Long-term subsidence studies en daarbij is het inzicht in de bodemdaling die doorgaat nadat de gaswinning is verminderd of stopgezet (het na-ijleffect) vergroot.
- De waargenomen ontwikkelingen van de hoogte en de vegetatie van de kwelders op Oost-Ameland laten zien dat de bodemdaling door gaswinning, in combinatie met andere factoren, kan leiden tot verlaging van kwelders en veranderingen van de vegetatie.
- Trends in het areaal droogvallende wadplaten dienen nader onderzocht te worden om de waargenomen dynamiek beter te begrijpen.

In paragraaf 3.3.10 worden deze aandachtspunten besproken en wordt duidelijk gemaakt hoe en waar deze in deze Passende beoordeling worden beschouwd.

Ten slotte wordt in Hoofdstuk 4 beknopt beschreven hoe de uitgangspunten van het HadK-principe worden toegepast bij de gaswinning Ternaard. Daar wordt ook duidelijk gemaakt dat het doorlopen van de meet- en regelcyclus voor de gaswinning Ternaard, in samenhang met de andere gaswinningen Waddenzee, de garantie oplevert dat de bodemdaling door de gaswinning Ternaard binnen de beschikbare gebruiksruimte wordt uitgevoerd.

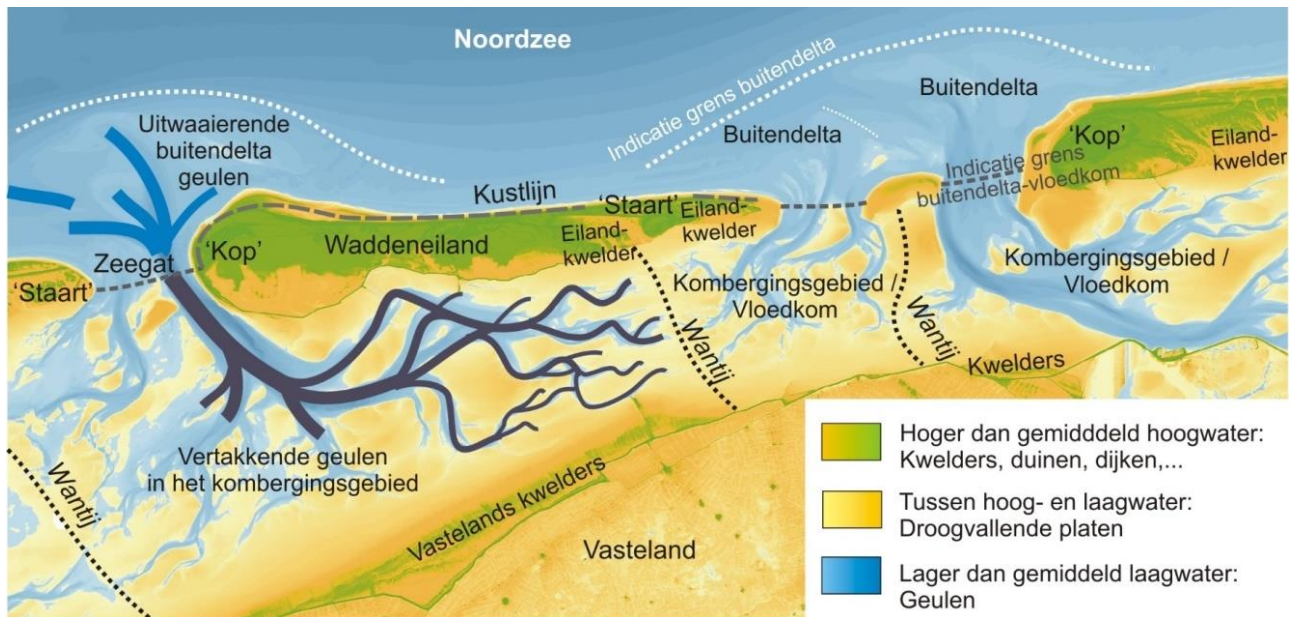
## **3.2        Dynamiek van de Waddenzee**

### **3.2.1      Morfologie van de kombergingsgebieden**

Voordat nader wordt ingegaan op de dynamiek van de Waddenzee wordt in deze paragraaf een aantal basisbegrippen geïntroduceerd, om te beginnen met het kombergingsgebied. Een kombergingsgebied is het gebied in de Waddenzee dat tijdens vloed wordt gevuld via het zeegat en tijdens eb wordt gelegeerd via het zeegat. Aan de vastelandzijde worden de kombergingsgebieden begrensd door een dijk. De oost- en westzijde van de kombergingsgebieden worden begrensd door wantijen: dit zijn relatief ondiepe gebieden ten zuiden van de Waddeneilanden die niet worden doorsneden door getijdegeulen.

Binnen de kombergingsgebieden worden op hoofdlijnen drie verschillende morfologische eenheden onderscheiden:

- Droogvallende wadplaten: aan de zeezijde van de kwelders liggen vrijwel overal wadplaten, die droogvallen bij laagwater. Op deze wadplaten in het intergetijdengebied zijn over het algemeen geen hogere planten aanwezig (de uitzondering is het tegenwoordig zeer schaarse zeegras).
- Geulen: de aanvoer en afvoer van water naar en van de wadplaten verloopt via de getijdegeulen, die een niveau hebben onder laagwater.
- Kwelders: de begroeide hogere delen van het waddengebied.



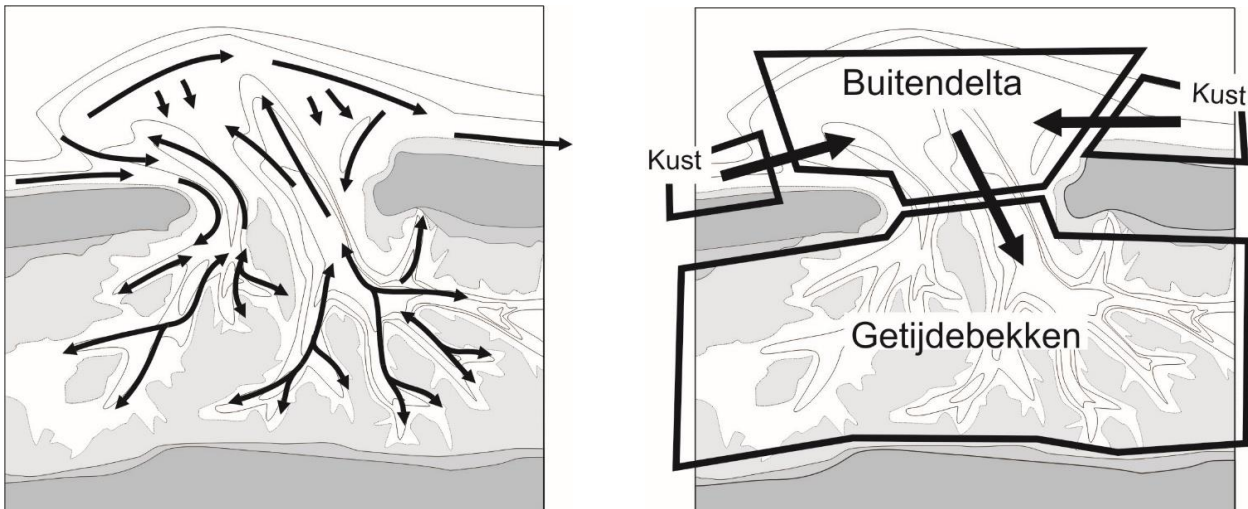
Figuur 3-2 Overzicht van de verschillende onderdelen van het hydromorfologische systeem van de Waddenzee, de Waddeneilanden en de Noordzee

Aan de zeezijde van het zeegat van het kombergingsgebied ligt de buitendelta. Dat is een ten opzichte van het doorlopende kustprofielen uitstekend deel van de kust. Bij het kombergingsgebied van het Pinkegat ligt de buitendelta aan de oostzijde direct tegen de buitendelta van het Friesche zeegat. De buitendelta en de aangrenzende delen van de kust vormen samen met de kombergingsgebieden het sedimentdelende systeem.

### 3.2.2 Het sedimentdelende systeem en het transport van water, zand en slib

De dynamiek van de Waddenzee en de optredende veranderingen worden begrepen door de onderdelen van de Waddenzee te beschouwen als een sedimentdelend systeem (zie bijvoorbeeld Louters en Gerritsen, 1994; Wang et al, 2018). Sediment in de Waddenzee bestaat uit zand en slib. Het zand en slib wordt met het water getransporteerd en uitgewisseld tussen de onderdelen van het sedimentdelende systeem. Ook de buitendelta en de aangrenzende kusten maken deel uit van het sedimentdelende systeem. De complexiteit van het sedimentdelende systeem is zeer groot, omdat het transport van water, zand en slib door veel verschillende processen wordt beïnvloed. Het gaat dan bijvoorbeeld om de variaties in het getij door de verschillende astronomische cycli, de rol van wind en golven en de invloed van het spuien van zoetwater. Ook biologische processen spelen een rol, onder andere door het omgraven van het sediment (bioturbatie), de invloed op de slibdeeltjes en de invloed van biota op de lokale stroming en golfwerking.





Figuur 3-3 Schematisch bovenaanzicht van een getijdebekken met kust en buitendelta, met daarin de transporten van zand en slib (links) en de onderverdeling van het sedimentdelende systeem (rechts), naar Cleveringa e.a. (2004)

Voor het begrip van de lange termijn (van tientallen tot honderden jaren) response van de Wadden kan, op basis van waarnemingen aan verschillende grootschalige en langjarige veranderingen, veel van de complexiteit achterwege worden gelaten. In plaats van direct door te stappen naar het model voor de lange termijn response, wordt een beknopt beeld geschetst van de verschillende processen en de complexiteit die dit oplevert. Deze complexiteit is met name van belang vanwege de korte termijn variaties die optreden, bijvoorbeeld in het droogvallende plaatareaal en voor de monitoring die jaarlijks wordt uitgevoerd. Na de beschrijving van de complexe processen worden de stappen gezet naar het model voor de lange termijn response. Omdat de bodemdaling door gaswinning geleidelijk over een langere periode van enkele tientallen jaren plaatsvindt, is de lange termijn response van belang voor de beoordeling.

Bij ieder getij wordt tijdens vloed ieder kombergingsgebied in de Waddenzee gevuld met zeewater, dat via de zeegaten vanuit de Noordzee naar binnen stroomt. De belangrijkste stroming vindt plaats in de geulen, waar de waterdiepten het grootst zijn en de hoogste stroomsnelheden optreden. Naarmate de waterstand bij vloed toeneemt, stroomt er gaandeweg ook water over de platen. Eerst stromen de laagste delen van de platen over en met het stijgen van de waterstand stromen ook de hogere delen van de platen over. Bij eb stroomt het water via de zeegaten de Waddenzee uit. Gaandeweg vallen eerst de hoogste delen van de droogvallende platen droog, gevolgd door de middelhoge en uiteindelijk de lage delen. Met het water dat vanuit de Noordzee naar de Waddenzee stroomt, wordt ook zand en slib aangevoerd. Het transport van het zand vindt vooral plaats over de bodem (bodemtransport, 'bedload'), terwijl het slib in de waterkolom blijft 'zweven' ('suspended load'): de valsnelheid van de slibdeeltjes is dermate klein dat deze lang in de waterkolom aanwezig blijven. Overigens wordt ook een deel van het zand (voornamelijk de fijnere zandkorrels) zwevend getransporteerd en wordt een deel in een proces tussen bodemtransport en zwevend transport (salterend) getransporteerd. Een deel van het zand en slib dat naar de Waddenzee wordt aangevoerd tijdens vloed wordt daar afgezet en blijft achter in de Waddenzee. Tijdens eb neemt het water dat de Waddenzee uitstroomt ook weer zand en slib mee, naar de Noordzee. Het transport tijdens vloed en eb wordt het bruto transport genoemd en het verschil tussen deze twee is het netto transport.

De bruto transporten naar en van de Waddenzee en de resulterende netto transporten variëren per getij, onder invloed van verschillende fysische en biologische processen. De basis voor de variaties wordt gevormd door het getij. De niveaus van hoog- en laagwater voor het waterstandsstation bij Nes-Ameland zijn bijvoorbeeld bij springtij NAP +1,19 m en -1,33 m en bij doortij zijn deze NAP +0,88 m en -0,94. Het getijverschil bij springtij is daarmee 2,52 m en bij doortij is dat 1,82 m. Het verschil tussen beide is 0,70 m. Uitgaande van dat verschil wordt in het gehele kombergingsgebied van 61 km<sup>2</sup> van het Pinkegat (zie verderop in dit hoofdstuk) een watervolume van  $43 \times 10^6$  m<sup>3</sup> meer aan- en afgevoerd bij springtij dan bij doortij. Ten opzichte van de gemiddelde hoeveelheid die elke dag aan- en afgevoerd wordt van  $118 \times 10^6$  m<sup>3</sup> is dat een groot verschil. De opstuwing en het verlagen door de wind kan decimeters tot meters waterstandsvariatie toevoegen aan de getijverschillen, afhankelijk van de windrichting en de -sterkte. De grote verschillen in het watertransport onder verschillende omstandigheden betekenen ook dat de bruto transporten van zand en slib verschillen.

In de beschrijving van het sedimentdelende systeem wordt uitgegaan van de aanvoer bij vloed en afvoer bij eb door de zeegaten en zijn de wantijen tussen de kombergingen gesloten: er vindt geen transport van water en zand en slib plaats over de wantijen tussen de kombergingen. In werkelijkheid zijn de wantijen niet gesloten, over de wantijen kan water van het ene naar het andere kombergingsgebied stromen (zie bijvoorbeeld Duran Matute, 2014). De omvang van die stroming varieert, omdat deze (sterk) afhankelijk is van de windrichting en windsterkte. Bij windrichtingen uit west tot noordwest, waarbij hogere waterstanden optreden, zal de stroming over het wantij groter zijn en gericht van west naar oost, dan bij dan bij rustige omstandigheden. Deze factor levert verdere variaties op in de bruto en de netto transporten van water, zand en slib naar en uit de kombergingsgebieden.

Verschillende organismen beïnvloeden de condities waarbij erosie en sedimentatie van zand en slib in de Waddenzee plaatsvinden. Op de kwelders speelt de aanwezigheid van vegetatie een belangrijke rol. Ook op de wadplaten en in de geulen spelen organismen een rol in de dynamiek van het sediment. De eencellige benthonische diatomeeën (kiezelwieren) die op en in de bovenste laag sediment van de wadbodem leven zorgen voor het onderling verkleven van zand- en kleideeltjes. Het gevolg hiervan is dat het zand en slib moeilijker wordt los gespoeld door stromingen en golven dan in de situatie zonder deze benthonische diatomeeën (zie bijvoorbeeld Weerman, 2011). Ook in de waterkolom kunnen kleine sedimentdeeltjes aan het elkaar verkleven en grotere deeltjes met andere eigenschappen vormen, mede onder invloed van organismen.

Kokkels, mosselen en andere schelpdieren die met hun voedsel ook slibdeeltjes binnenkrijgen, scheiden deze onverteerbare deeltjes weer uit als pseudo feces, waarin de kleine deeltjes samen zijn gekleefd tot grotere deeltjes. Deze pseudo feces hebben eigenschappen die overeenkomen met zanddeeltjes met dezelfde korrelgrootte. Dat betekent onder andere dat de bezinksnelheid groter is en dat hogere stroomsnelheden nodig zijn om de deeltjes te transporteren. Deze deeltjes kunnen wel weer uiteenvallen in de oorspronkelijke fijnere deeltjes. De productie van deze deeltjes door mossels is één van de oorzaken voor de aanwezigheid van zeer slibrijke wadplaten in de nabijheid van mosselbanken (Donker, 2015).

Veel van de organismen die in de wadbodem leven, zorgen voor het mengen van de sedimentlaagjes. Dit proces wordt bioturbatie genoemd. Door het mengen, veranderen de eigenschappen die van belang zijn voor de erosie. Verschillende organismen beïnvloeden de erodeerbaarheid van het sediment, dat geldt bijvoorbeeld voor zandkokerwormen (*Lanice conchilega*), groot en klein zeegras (*Zostera marina* en *Zostera noltii*) en bankvormende schelpdieren, zoals mosselen (*Mytilus edulis*) en Japanse oesters (*Crassostrea gigas*), zie bijvoorbeeld Van der Zee (2014) en vele andere organismen. Vanwege de invloed van biota varieert de omvang van de sedimenttransporten niet alleen met de getijvariaties en de veranderende meteorologische condities, maar ook met de seizoenen.

Een deel van de optredende variaties in de sedimenttransporten is dus gekoppeld aan de seizoenen. Dat geldt in sterke mate voor de biologische processen, zoals de productie van pseudo-feces. Het geldt in mindere mate voor het optreden van hogere waterstanden en hogere golven, die gekoppeld zijn aan stormen. Deze treden -inderdaad- frequenter op in het stormseizoen, dat de herfst, winter en het vroege voorjaar omvat. Deze seizoenvariatie komt onder andere tot uitdrukking in de opbouw van sliblagen op delen van de wadplaten, bijvoorbeeld voor de vastelandskwelders en in de nabijheid van mosselbanken vanaf het voorjaar en in de zomer. Deze lagen blijven doorgaans aanwezig tot dat de eerste herfst of winterstorm zich voordoet, die zorgt voor een sterke of soms zelfs volledige erosie van deze laag. Het slib wordt tijdens zo'n storm herverdeeld, waarbij het in verschillende andere delen van de Waddenzee terecht kan komen, maar ook (deels) naar de Noordzee wordt getransporteerd.

Voor het sedimenttransport naar de kwelders geldt een iets ander verhaal, omdat dit sterk afhankelijk is van het optreden van hoge waterstanden. Alleen bij verhoogde waterstanden vindt uitwisseling plaats van sediment tussen de Waddenzee en de aangrenzende kwelders.

Het doel van deze uitgebreide beschrijving is om duidelijk te maken dat de variatie in de omstandigheden waaronder zand en slib worden getransporteerd naar en uit de kombergingsgebieden en tussen de verschillende onderdelen van de kombergingsgebieden zeer groot is. Dat maakt het voorspellen van de korte termijn (van dagen tot enkele jaren) autonome ontwikkeling, zoals de verplaatsing getijdegeulen, op

basis van de transporten van zand en slib die iedere dag optreden voorlopig<sup>4</sup> nog niet mogelijk. Ondanks de grote variaties die optreden in de dagelijkse condities is het wel goed mogelijk gebleken om de langjarige ontwikkelingen (van meerdere jaren tot tientallen jaren) van kombergingsgebieden en buitendelta te voorspellen, zowel voor waargenomen historische ontwikkelingen, als voor de toekomstige ontwikkelingen. In de denkmodellen en numerieke modellen voor de langjarige ontwikkelingen worden de korte termijn variaties, waaronder seizoenfluctuaties, in de meteorologische condities en het getij buiten beschouwing gelaten. Ook wordt niet gekeken naar de gedetailleerde morfologische eenheden, zoals de individuele geulen en droogvallende platen. In de denkmodellen en numerieke modellen voor de langjarige ontwikkelingen worden per kombergingsgebied alle platen gecombineerd en alle geulen gecombineerd en als zodanig beschouwd. Op deze schaal blijken er duidelijk wetmatigheden op te treden in de morfologische kenmerken van de kombergingsgebieden en in de ontwikkelingen van deze gebieden. Het voorspellen van de autonome ontwikkelingen is wel goed mogelijk met modellen die de variatie op korte tijd- en kleine ruimteschalen buiten beschouwing laten en gericht zijn op de lange tijd- en grote ruimteschalen. De beschouwing wordt daarom voortgezet op deze grote ruimte schaal (van kombergingsgebieden) en lange tijdschaal (tientallen jaren).

### 3.2.3 Langjarige ontwikkelingen op de schaal van het sedimentdelende systeem

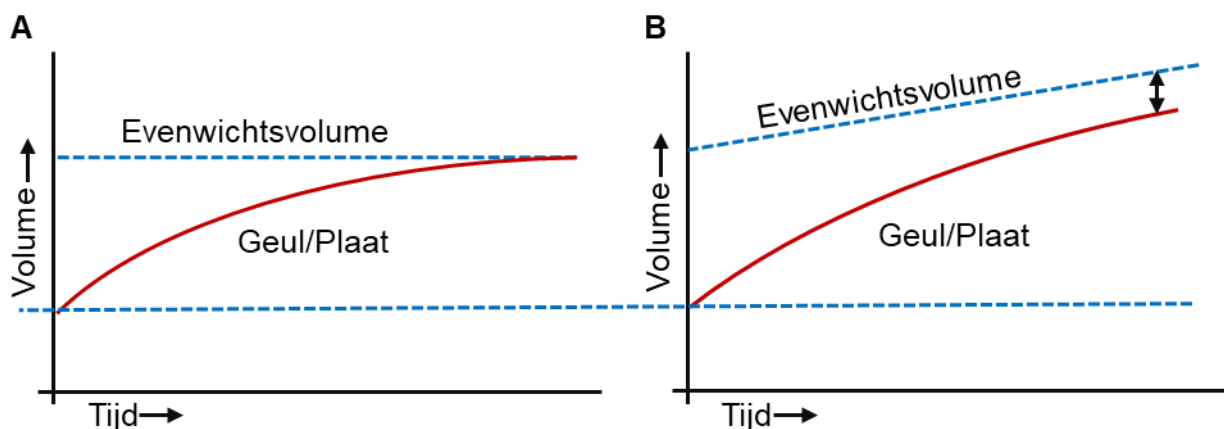
Bij het beschouwen van de morfologische ontwikkelingen op de lange termijn van tientallen tot honderden jaren wordt de complexe morfologie in de kombergingsgebieden teruggebracht tot één element voor de geulen en één voor de droogvallende platen. Geul en plaat wisselen sediment uit met de buitendelta, die ook als één element wordt beschouwd. De buitendelta wisselt op zijn beurt sediment uit met de aangrenzende kustdelen. Samen vormen deze elementen per kombergingsgebied het sedimentdelende systeem van Waddenzee, buitendelta en kust (Figuur 3-3). In dit sedimentdelende systeem is het getijprisma de belangrijkste sturende factor. Het getijprisma is het watervolume dat tijdens een gemiddeld getij wordt geborgen in het kombergingsgebied. De omvang van het getijprisma wordt bepaald door de niveaus van hoog- en laagwater en het areaal en de gemiddelde hoogte van de droogvallende platen.

In de sedimentdelende systemen die worden gevormd door de kombergingsgebieden is sprake van vaste verhoudingen tussen de omvang van het getijprisma en de omvang van de geulen (uitgedrukt als het watervolume dat in de geulen wordt geborgen). In grotere kombergingsgebieden met een groot getijprisma, zijn de geulen groter en in kleinere kombergingsgebieden met een klein getijprisma zijn de geulen kleiner. Ook is sprake van een vaste relatie tussen de omvang van het getijprisma en de omvang van de droogvallende platen (uitgedrukt als het sedimentvolume dat in de droogvallende platen aanwezig is). Verder is de omvang van de buitendelta (ook uitgedrukt als het sedimentvolume, maar dan ten opzichte van het doorgetrokken kustprofiel van de aangrenzende kusten) gerelateerd aan de omvang van het getijprisma. Deze vaste verhoudingen tussen getijprisma en de onderdelen van het sedimentdelende systeem worden de evenwichtsrelaties genoemd.

De sedimentdelende systemen ontwikkelen zich in de richting van een evenwichtssituatie voor de verschillende onderdelen ervan. Die ontwikkelingen in de richting van het evenwicht bestaan uit sedimentatie op de platen en in de geulen in de Waddenzee. Dit is schematisch weergegeven in de linker grafiek (A) in Figuur 3-4. Het sediment voor het bereiken van de evenwichtssituatie wordt geleverd door de buitendelta en de kust. Bij een stijgende zeespiegel is het bereiken van de evenwichtssituatie niet mogelijk, door de doorgaande verstoring die de stijgende zeespiegel oplegt. Deze situatie is schematisch weergegeven in de rechtergrafiek (B) in Figuur 3-4. De stijgende zeespiegel leidt tot een kleine maar doorgaande toename van de waterstanden, waaronder de hoog- en de laagwaterstand. Daarmee neemt het getijprisma in het kombergingsgebied toe, waardoor een afwijking ontstaat die het systeem verwijdert van de evenwichtssituatie. En dit brengt weer sedimentatie in de Waddenzee op gang, waarvoor het sediment wordt aangevoerd vanuit de kust. Deze langjarige doorgaande trend van sedimentatie in de kombergingsgebieden van de Waddenzee, gevoed door sediment uit de kust wordt wel de 'zandhonger' van de Waddenzee genoemd, die resulteert in een 'zandvraag' aan de Noordzeekust (Figuur 3-5).

<sup>4</sup> In het kader van het beleid en beheer van de kust wordt in het Kustgenese 2 programma onderzoek gedaan naar het voorspellen van de langjarige morfologische ontwikkelingen op basis van de waterbeweging- en sedimenttransportprocessen van getij op getij.

Ten opzichte van het schematische bovenaanzicht in Figuur 3-3 is bij de buitendelta van het Pinkegat sprake van een iets andere situatie, omdat ten oosten van deze buitendelta geen Waddeneiland met kustlijn ligt, maar de buitendelta van Friesche Zeegat. Ten oosten van de buitendelta van het Friesche Zeegat ligt Schiermonnikoog met zijn kustlijn.



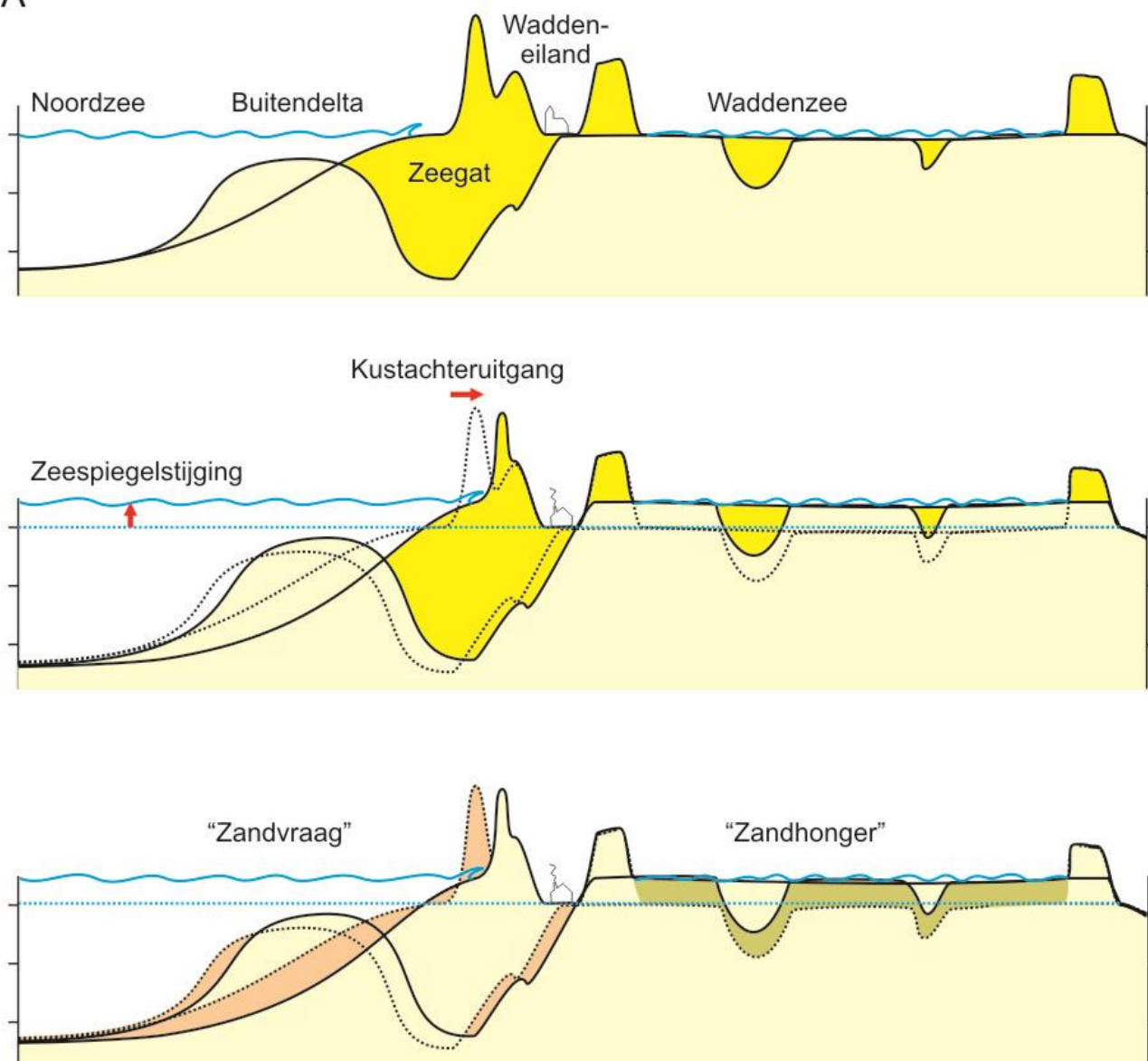
Figuur 3-4 Grafieken met schematische weergave van A. Bereiken van morfologische evenwicht in de situatie zonder stijgende zeespiegel; en B. Niet bereiken van morfologische evenwicht bij een stijgende zeespiegel

De kennis van deze evenwichtsrelaties is gebaseerd op analyses van de getijdebekken en buitendelta's van de Waddenzee (onder andere Eysink en Biegel, 1992) en andere getijdebekken in de wereld. De morfologische veranderingen die zijn opgetreden na afsluitingen van (delen van) getijdebekken en zeearmen hebben laten zien hoe de morfologische ontwikkelingen naar een nieuw evenwicht plaatsvinden. De morfologische response van het kombergingsgebieden Zoutkamperlaag op de afsluiting van de Lauwerszee en die van de kombergingsgebieden Marsdiep en Vlie op de afsluiting van de Zuiderzee zijn gebruikt om langjarige morfologische veranderingen te modelleren op basis van de evenwichtsrelaties, bijvoorbeeld met het Asmita-model. De toepassing van het Asmita-model voor het Pinkegat en het Friesche zeegat is te vinden in Wang en Eysink, (2005).

Vanwege de grote omvang van de afsluitingen zijn de morfologische veranderingen die daarna zijn opgetreden ook groot. Vanwege de grote omvang van de veranderingen zijn deze goed meetbaar. Dit heeft meetgegevens opgeleverd die uiterst bruikbaar zijn om te vergelijken met de gemodelleerde responses. Ook de ontwikkeling van de Waddenzee bekkens in response op de stijgende zeespiegel is gemodelleerd met het Asmita-model (van Goor e.a., 2003; Kragtwijk e.a., 2004; Wang et al, 2018). Bij de langjarige response op de stijgende zeespiegel wordt ook rekening gehouden met het geleidelijk veranderen van de kenmerken van de kombergingsgebieden. Op de lange termijn zijn de wantijen die de kombergingsgebieden onderling begrenzen van plaats veranderd en hebben het ontstaan en de uitbreiding van kwelders ook gevolgen voor het getijprisma van de kombergingsgebieden (Eysink, 1979).



A



Figuur 3-5 Schematische dwarsdoorsnede van de Waddenzee met Waddeneiland en buitendelta (boven), de response op de stijgende zeespiegel in de Waddenzee en de gevolgen voor het eiland en de buitendelta (midden). Onderin is de sedimentatie (groen: "zandhonger") en de erosie in de kust en op de buitendelta (rood: "zandvraag") weergegeven (uit Cleveringa e.a., 2004)

Aanvullende informatie en gegevens over de morfologische ontwikkelingen van getijdebekkens in reactie op de stijgende zeespiegel zijn ontleend aan geologische studies aan de ontwikkeling van de kust gedurende het Holocene (zie bijvoorbeeld Van der Spek & Beets, 1992 en Beets e.a., 1994, Wang et al., 2018). Een deel van deze kustontwikkeling vond plaats onder condities met een beduidend hogere snelheid van zeespiegelstijging dan de huidige en deze Holocene kustontwikkelingen geven inzichten die bruikbaar zijn bij versnelde zeespiegelstijging. Onder deze condities vond snelle sedimentatie plaats in de getijdebekkens die destijds langs de kust lagen (Van der Spek, 2004). Het sediment dat hiervoor nodig was, werd tenminste deels aangevoerd vanaf de kust, die dan ook snel landwaarts verplaatste. De uitkomsten van deze studies ondersteunen het denkmodel van 'zandhonger' en 'zandvraag' dat wordt gehanteerd voor de getijdebekkens in de Waddenzee.

De lange termijn ontwikkeling van de kombergingsgebieden op de bodemdaling door de gaswinning wordt op dezelfde wijze beschouwd als de veranderingen door zeespiegelstijging en de afsluitingen. De bodemdaling vergroot het getijdeprisma in het kombergingsgebied en leidt daarmee tot een kleine verstoring, waardoor het kombergingsgebied iets verder van de evenwichtssituatie afraakt. Die kleine verstoring brengt een extra sedimentatie op gang op de platen en de geulen. Het sediment hiervoor is afkomstig vanaf de buitendelta en uiteindelijk van de kust (zand) en uit de Noordzee (slib).

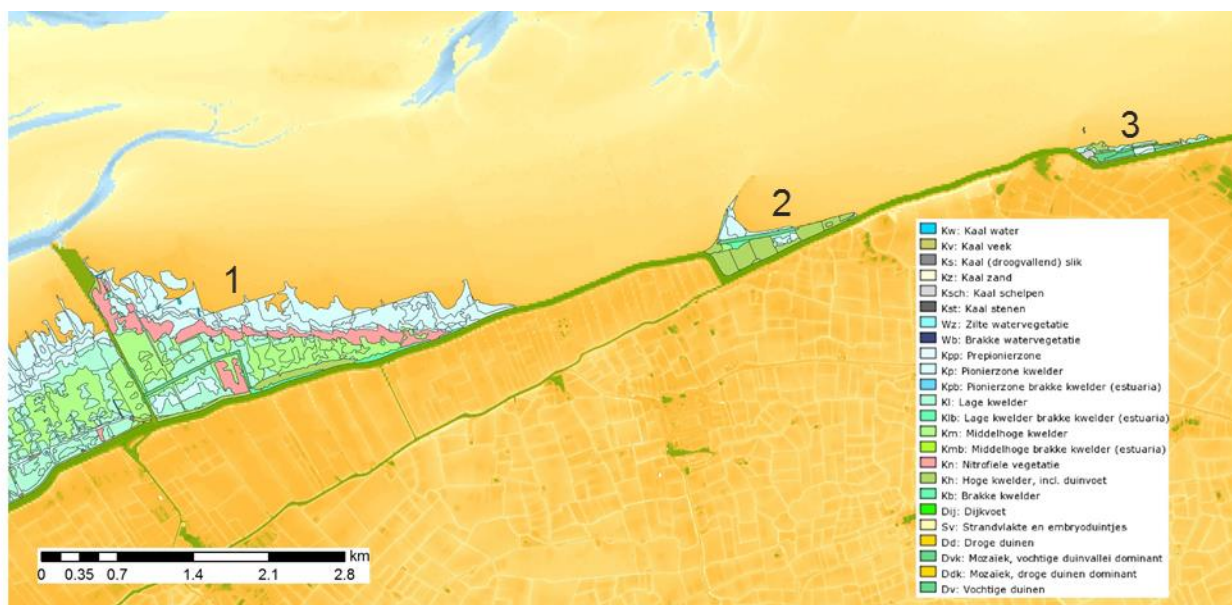


De omvang van de bodemdaling door gaswinning, zoals die van dag tot dag optreedt onder de Waddenzee is zeer klein. En wanneer deze omvang wordt vergeleken met de grote variaties die optreden onder invloed van het getij, de meteorologische omstandigheden en de biologische processen, dan is deze ook zeer klein.

Ondanks de kleine omvang op *korte termijn* wordt, in het model dat de response van de kombergingsgebieden op de bodemdaling en de zeespiegelstijging beschrijft, uitgegaan van een merkbare response op de *lange termijn*. De response op de zeer geleidelijke processen bodemdaling (en ook van zeespiegelstijging) gaat om de optelsom van zeer kleine veranderingen die steeds dezelfde richting op gaan, tegenover de korte termijn variaties die alle kanten op gaan.

### 3.2.4 Kwelders

Kwelders zijn de begroeide hogere delen van het waddengebied. Binnen kwelders worden verschillende hoogtezones gedefinieerd. In Figuur 3-6 zijn deze zones in kaart aangegeven voor de vastelandskwelders. Kwelders zijn dermate hoog dat deze alleen bij springtij en stormcondities met verhoogde waterstanden overstromen. De laagste delen van de kwelder (de pionierzone) stromen vaak onder en de hogere delen doen dat minder. Alleen als kwelders overstromen, kan zand en slib vanuit de Waddenzee naar de kwelders worden getransporteerd. Het zand en slib dat naar de kwelders wordt getransporteerd, kan daar makkelijker dan op onbegroeide wadplaten tot afzetting komen, omdat de aanwezige vegetatie zorgt voor relatief lagere stroomsnelheden nabij de bodem.



Figuur 3-6 Vegetatiezonering van de vastelandskwelders, met bij 1 de kwelders ten oosten van de veerdam Holwerd, bij 2 het kwelderfragment bij 'Skoar en bij 3 het kwelderfragment bij Wierum: de Kromme Horne (vegetatiekartering 2008, Bron Rijkswaterstaat). Kwelderfragmenten 2 en 3 liggen in het bereik van de bodemdaling door de gaswinning bij Ternaard

De ontwikkeling van kwelders omvat een aantal morfologische veranderingen die plaatsvindt onder invloed van verschillende randvoorwaarden, die beide in Figuur 3-7 schematisch zijn weergegeven. Hieronder worden de morfologische veranderingen toegelicht, gevolgd door de randvoorwaarden. De nummering komt overeen met die in Figuur 3-7.

1. Erosie van het kwelderklif:  
Op de overgang van de pionierzone naar de (lage) kwelder kan erosie plaatsvinden. Deze afname van het kwelderareaal is éénrichtingsverkeer, uitbouw van de kwelder vindt niet vanaf de rand plaats. De belangrijkste factor die de erosie bepaalt, is de golfaanval die op de kwelderrand plaatsvindt. De hoogte en breedte van de wadplaten voor het kwelderklif zijn hiervoor van belang, zie hiervoor punt 3.
2. Verhoging of verlaging van de kwelders.  
Verhoging of verlaging van de kwelders, inclusief de pionierkwelder vindt plaats over het gehele areaal van de kwelder. De richting van het proces is afhankelijk van de balans tussen de netto aan- dan wel

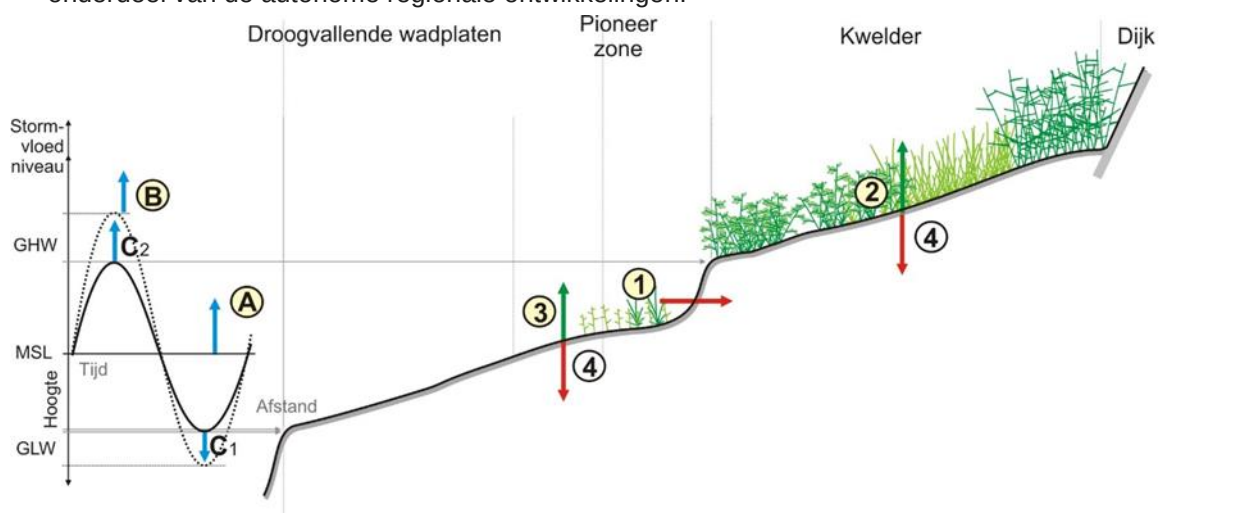
afvoer van sediment en de inklinking van de kwelderbodem. Over het algemeen is sprake van netto aanvoer van sediment (slib en zand) naar kwelders, als de kwelders overstromen. De hoogtetoename bij netto sedimentatie is afhankelijk van de aanvoer van het sediment en van de bodemdaling (zie punt 4) en de inklinking van het kweldersediment. In natuurlijke kwelders is sprake van ruimtelijke differentiatie van de sedimentatie, die samenhangt met de afstand tot de krekens en kreekjes. In kwelderwerken is ook sprake van ruimtelijke differentiatie die samenhangt met de afstand tussen wad en kwelder.

3. Verhoging of verlaging op de voorliggende droogvallende platen.

De verhoging dan wel verlaging op de voorliggende droogvallende platen is zowel van belang voor de eventuele erosie van het kwelderklif, als voor de mogelijk doorontwikkeling van hoge wadplaat naar pionierzone. Of verhoging dan wel verlaging plaatsvindt, is afhankelijk van de netto sedimentatie of erosie die in de loop van de tijd plaatsvindt op de wadplaten. Hiermee is de ontwikkeling van de kwelders gekoppeld aan de autonome ontwikkeling van de droogvallende wadplaten.

4. Bodemdaling.

Bodemdaling is de term die wordt gebruikt voor de daling van de diepere ondergrond, ook wel Pleistocene ondergrond (dit in tegenstelling tot inklinking of compactie van het ondiepe deel van de bodem). De bodemdaling bestaat uit twee componenten, namelijk de tektonische bodemdaling waar heel noordwest Nederland mee te maken heeft en die samenhangt met de grootschalige en extreem langjarige geologische ontwikkeling van Nederland en de regionale bodemdaling door de winning van gas (zie bijvoorbeeld Elschot et al., 2017). De tektonische bodemdaling is onderdeel van de relatieve zeespiegelstijging en dat is de zeespiegelstijging die wordt beschouwd in het meegroeivermogen van de kombergingsgebieden. De bodemdaling door de bestaande gaswinningen Ameland en Waddenzee is onderdeel van de autonome regionale ontwikkelingen.



Figuur 3-7 Schematische dwarsdoorsnede van een kwelder met morfologische veranderingen (cijfers) en randvoorwaarden (letters)

Verschiedende randvoorwaarden bepalen de ontwikkelingen van kwelders. Bij deze randvoorwaarden is de beschikbaarheid van sediment (zand en slib) niet beschouwd, omdat hiervan voldoende aanbod is en de vraag door de sedimentatie op de kwelders bepalend is. De randvoorwaarden in Figuur 3-7 zijn:

A. Stijgende zeespiegel.

De stijgende zeespiegel wordt hier gebruikt om de toename van de gemiddelde waterstand (het middenstandvlak) te beschouwen, de niveaus van hoog- en laagwater worden apart beschouwd bij C. Voor de ontwikkeling van de Waddenzee wordt de zeespiegel met zijn huidige langjarige gemiddelde stijging als een veranderend referentieniveau beschouwd. De sedimentatie en erosie op kwelders worden beschouwd ten opzichte van dit veranderende referentieniveau. Meer sedimentatie op een kwelder dan de stijging van de zeespiegel betekent dat de kwelder relatief hoger wordt. Bij een versnelde stijging van de zeespiegel, zoals die wordt verwacht (voorspeld) als gevolg van de wereldwijde klimaatveranderingen is meer sedimentatie nodig om mee te groeien met de stijgende zeespiegel.

B. Stormvloedniveau.

Voor de ontwikkeling van kwelders zijn veranderingen in de niveaus en de frequentie van stormvloeden minstens zo belangrijk als veranderingen in het gemiddelde zeeniveau. Bij een toename van het niveau

van stormvloeden, uitgedrukt als een toename van het aantal keren dat een bepaalde waterstand wordt overschreden, neemt het aantal keren dat de kwelder wordt overspoeld toe. De frequentie waarmee de kwelder wordt overspoeld is van belang voor ecologie, omdat verschillende kwelderplanten een verschillende zouttolerantie hebben. En het heeft een effect op de snelheid waarmee sedimentatie plaatsvindt. Vaker overspoelen betekent dat vaker sediment wordt aangevoerd. Voor de natuurwaarden van de kwelder maakt het ook uit in welk seizoen de kwelder overstroomt. In het broedseizoen is een overstroming van de kwelder voor de broedvogels veel vervelender dan buiten het broedseizoen. Of dit voor de morfologische ontwikkelingen veel gevolgen heeft is niet bekend.

**C. Veranderingen in de hoog- en laagwaterstanden.**

Veranderingen in de hoogwaterstanden hebben directe gevolgen voor de frequentie van overstromen van de lagere delen van de kwelder (pionierzone en lage kwelder) en kunnen daar ook doorwerken op de ecologie en de sedimentatiesnelheden. Veranderingen in de laagwaterstanden hebben geen gevolgen voor de kwelders.

Voor de vastelandskwelders die onderdeel zijn van de kwelderwerken zijn het beheer en het gebruik voor de ontwikkelingen van de afgelopen tientallen jaren minstens zo belangrijk als de randvoorwaarden (van Duin e.a., 2016a). Kwelderwerken bestaan uit een rechthoekig patroon van houten dammetjes en geultjes (vroeger werden ook greppels gegraven en onderhouden, maar dit is niet meer gebruikelijk). Kwelderwerken waren tot de jaren '60 aanwezig in het hele gebied vanaf de Veerдам bij Holwerd tot aan de Lauwerzee (Hoekstra et al., 1998). Van deze uitgebreide kwelderwerken resteren tegenwoordig alleen nog de delen voor de drie resterende kwelders, namelijk de kwelders ten oosten van de veerдам Ameland, het kwelderfragment bij 't Skoar en het kwelderfragment de Kromme Horne bij Wierum. De kwelderwerken beperken de rol van golven en zorgen voor gestructureerde drainage. De waterstanden worden niet beïnvloed door de kwelderwerken. De kwelderwerken bevorderen de sedimentatie van zand en slib in de kwelder, de pionierzone en de voorliggende zone, waardoor daar meer sediment terecht komt dan in de situatie zonder kwelderwerken.

Onder het beheer worden de werkzaamheden aan de rijshoutendammen en het greppel en geulenpatroon verstaan. Het gebruik bestaat uit beweiding, met verschillende intensiteiten. De beweiding is ook van belang voor de ontwikkeling van de kwelders bij Ameland (Dijkema, 2011; de Groot et al., 2016).

Het beheer van de kwelderwerken is in de periode 1960-2014 sterk veranderd (Van Duin et al., 2016a). In eerste instantie was het beheer intensief en gericht op zo hoog mogelijke aanslibbing, zodat het areaal bruikbare landbouwgrond zo snel mogelijk toenam. Dat intensieve beheer omvatten het plaatsen van een dicht netwerk van dammetjes en greppels, waar zeer regelmatig onderhoud op werd toegepast. In tweede instantie verschoof het beheer naar de natuurwaarden van de kwelders. De intensiteit van het beheer nam af. De dichtheid en totale lengte van rijshouten dammetjes nam af en de aanleg en het onderhoud van de greppels werd gestaakt. De in de tijd en ruimte variërende condities die dit heeft opgeleverd hebben inzicht gegeven in de relaties tussen de aanwezigheid van dammetjes en hun condities en de opslibbingsnelheid. Intensief beheer leidt tot de hoogste opslibbingsnelheden en uitbreiding van het kwelderareaal.

Beweiding van de kwelder heeft invloed op de vegetatie, waarbij de intensiteit van de beweiding een duidelijke rol speelt. In sommige situaties, met een intensieve beweiding, neemt de vegetatie dichtheid zo veel af dat erosie kan gaan optreden. Beweiding wordt vooral gezien (en soms gebruikt) als stuurfactor voor de gewenste vegetatieontwikkelingen.

De ontwikkeling van de kwelders is via twee routes verbonden met het sedimentdelende systeem. De eerste route heeft betrekking op het transport van sediment. Kwelders fungeren onder de huidige omstandigheden over het algemeen als een plek waar netto sedimentatie plaatsvindt en dit geldt ook voor de kwelders in het studiegebied. Het zand en slib dat op de kwelders wordt afgezet is afkomstig uit de Waddenzee. Het areaal van de kwelders in het studiegebied is dusdanig beperkt ten opzichte van het totale areaal van het kombergingsgebied Pinkegat, dat deze sinkfunctie voor sediment in de autonome ontwikkeling buiten beschouwing wordt gelaten. De sedimentbalans van Vermaas en Marges (2015) laat zien dat de omvang van de sedimentatie op de kwelders relatief beperkt is ten opzichte van de andere sedimentatie en erosie in de kombergingsgebieden Borndiep en Pinkegat, en op de buitendelta en de Noordzee, ondanks de grote omvang van de kwelders in het Borndiep.

De andere route waarmee de kwelders zijn verbonden met het sedimentdelende systeem heeft betrekking op het areaal van de kwelders in relatie tot het areaal van de droogvallende platen en de geulen en het getijprisma. Een uitbreiding van het areaal van de kwelder gaat ten koste van het areaal dat beschikbaar is voor platen en geulen. De afname van het areaal platen en geulen door uitbreiding van de kwelders heeft als gevolg dat het getijprisma van het kombergingsgebied afneemt. Bij een kleiner getijdeprisma passen kleinere geulen en daarvoor is sediment nodig. Uitbreiding van het kwelderareaal heeft een daarom een extra sedimentvraag in het kombergingsgebied tot gevolg (deze factor is door Eysink, 1979 en Oost e.a., 1998 in de sedimentbalansen voor de kombergingsgebieden de beschouwd onder 'verlanding'). Het omgekeerde is ook het geval: bij een afname van het kwelderareaal, waardoor het areaal platen en geulen toeneemt, komt sediment beschikbaar. Deze route wordt in de voorliggende studie buiten beschouwing gelaten, omdat het areaal van de kwelders waaronder bodemdaling door de gaswinning Ternaard plaats zal vinden, stabiel is en de bodemdaling dit niet zal veranderen, zoals verderop in deze Passende beoordeling zal worden toegelicht.

### 3.3 De Hand aan de Kraan-systematiek

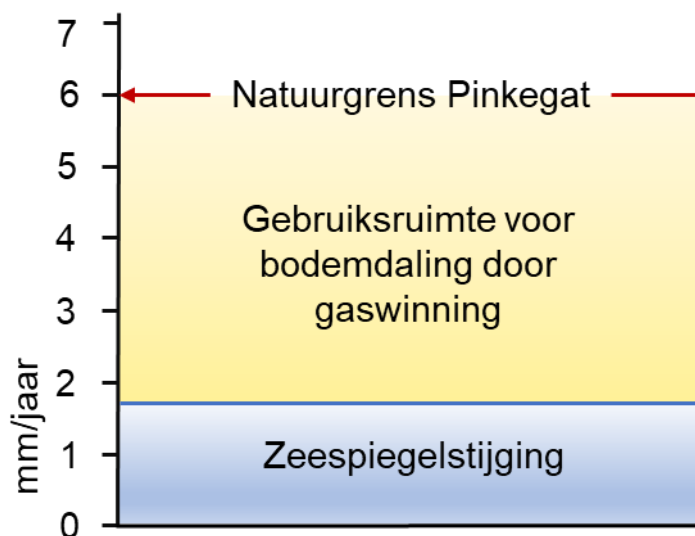
Uitgangspunt bij de waddenwinningen is dat er wordt gewerkt volgens de HadK-systematiek. Dit houdt in dat de gaswinning wordt stilgelegd of beperkt wanneer vooraf vastgestelde grenzen worden of dreigen te worden overschreden. Wat deze grenzen precies zijn en hoe dit werkt wordt toegelicht in de onderstaande paragrafen. Het HadK-principe is ontwikkeld bij het MER en de Passende beoordeling voor de Gaswinning Moddergat Lauwersoog Vierhuizen (hierna: MLV) ((NAM, 2006 & Ministerie van Economische Zaken, 2006). De HadK-systematiek is als voorwaarde opgenomen in het instemmingsbesluit op het Winningsplan (MLV). Het is een toetsingskader voor bodemdaling onder de Waddenzee, waarmee voorafgaand aan de gaswinning wordt afgesproken aan welke randvoorwaarden de bodemdaling moet voldoen (de Waal et al., 2012). De HadK-systematiek is dus een borgstelling om schade aan wadplaten te voorkomen en is daarmee een uitwerking van het voorzorgsbeginsel.

#### 3.3.1 De drie uitgangspunten van de Hand aan de Kraan-systematiek

Uitgangspunt bij de waddenwinningen is dat er wordt gewerkt volgens het HadK-principe. Dit houdt in dat de gaswinning wordt stilgelegd of beperkt wanneer vooraf vastgestelde grenzen worden of dreigen te worden overschreden. Wat deze grenzen precies zijn en hoe dit werkt wordt toegelicht in deze paragraaf. De HadK-systematiek voor de gaswinning Ternaard is als voorwaarde opgenomen in het instemmingsbesluit op het Winningsplan Ternaard.

De HadK-systematiek is gebaseerd op drie uitgangspunten. Het eerste uitgangspunt is het meegroeivermogen van de Waddenzee (zie paragraaf 3.3.2). Binnen de HadK-systematiek wordt er gewerkt met een conservatief gekozen meegroeivermogen. Dat noemen we de Natuurgrens. Deze natuurgrens wordt in de volgende alinea behandeld. Daarna volgt het tweede uitgangspunt, de zeespiegelstijging. Voor mijnbouw onder de Waddenzee stelt de Minister van EZK eens per vijf jaar een nieuw zeespiegelstijgingsscenario vast (zie paragraaf 3.3.3). Het verschil tussen de snelheid van zeespiegelstijging en de natuurgrens is de *gebruiksruimte* die mag worden opgevuld door de snelheid van bodemdaling (zie paragraaf 3.3.4). Bodemdaling is het derde uitgangspunt. De mate waarin de bodemdaling de gebruiksruimte opvult, noemen we ook wel de *belasting* van de gebruiksruimte. In de onderstaande Figuur 3-8 wordt schematisch weergegeven hoe de gebruiksruimte wordt vastgesteld.





*Figuur 3-8 Schematische weergave van de relaties tussen de natuurgrens als maat voor het meegroeivermogen van een kombergingsgebied, de zeespiegelstijging en de gebruiksruimte voor gaswinning onder dat kombergingsgebied. De snelheid van zeespiegelstijging in deze figuur is de huidige waargenomen snelheid, ontleend aan Baart et al 2018)*

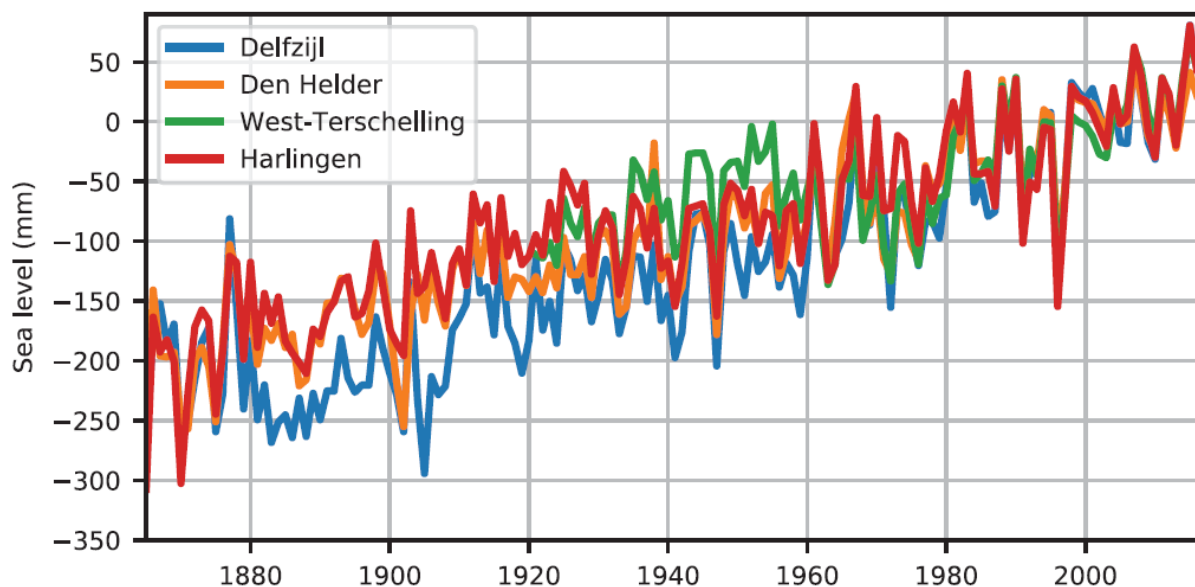
### 3.3.2 Uitgangspunt 1: Het meegroeivermogen van de Waddenzee

In de voorgaande paragrafen (3.2.1, 3.2.2 en 3.2.3) wordt toegelicht dat door sedimentaanvoer vanuit de Noordzeekustzone de Waddenzee kan meegroeien met de zeespiegelstijging en met bodemdaling door gaswinning. Dat meegroeivermogen is niet overal gelijk. Grotere kombergingsgebieden kennen een lager meegroeivermogen dan kleinere kombergingen (Oost et al., 1998; Wang et al., 2018). De kombergingen waaronder de huidige waddenwinningen plaatsvinden, zijn het relatief kleine Pinkegat en de grotere Zoutkamperlaag. Het gasveld Ternaard ligt onder het Pinkegat en voor een zeer klein deel onder het aangrenzende Borndiep. Wetenschappers zijn van mening dat het meegroeivermogen van het Pinkegat relatief groot is. In een recente studie schrijft men over meer dan 30 mm per jaar (Wang et al., 2018). Als uitgangspunt voor de HadK-systematiek wordt uitgegaan van een meegroeivermogen voor het Pinkegat van 6 mm per jaar, conform de Passende beoordeling voor de gaswinning Waddenzee (Ministerie van Economische Zaken, 2006). Het meegroeivermogen van 6 mm/jaar wordt als een zeer veilige natuurgrens gezien.

### 3.3.3 Uitgangspunt 2: De snelheid van zeespiegelstijging

Een deel van het meegroeivermogen van de wadplaten in de Waddenzee is nodig om de stijgende zeespiegel bij te houden. Over de afgelopen 50 jaar beschouwd stijgt de zeespiegel in het Waddengebied met gemiddeld 1,8 mm per jaar. Zie bijvoorbeeld Figuur 3-9. Eens in de 5 jaar laat de Minister van Economische Zaken en Klimaat onderzoeken hoe deze stijgingssnelheid zich ontwikkelt en hoe deze zal verlopen in de vijf jaren die volgen. In tegenstelling tot allerlei andere zeespiegelstijgingsscenario's, hoeft er dus maar vijf jaar vooruit voorspeld te worden. Omdat iedere vijf jaar wordt geactualiseerd, vormt het beleidsscenario voor zeespiegelstijging een realistische schatting van de daadwerkelijke stijging van de zeespiegel in het Waddengebied.





Figuur 3-9 Waargenomen jaargemiddelde zeespiegel van vier waterstandsstation uit de Waddenzee (uit Vermeersen et al., 2018)

Omdat het toekomstig versneld stijgen van de zeespiegel een zorg is, biedt het beleidsscenario voor zeespiegelstijging naast een 5-jarige prognose, ook een prognose voor de jaren daarna. Die prognose noemen we het richtscenario. In dit richtscenario is te zien wat er in de toekomst verwacht wordt, maar nog niet goed voorspeld kan worden. Op basis van het richtscenario kan worden bekeken wanneer de zeespiegelstijging de natuurgrens overschrijdt. Op basis van het richtscenario wordt bekeken wanneer de zeespiegelstijging de natuurgrens dreigt te overschrijden. Voordat daadwerkelijke overschrijding zou plaatsvinden, wordt gestopt met de gaswinning.

Over het vigerende richtscenario is discussie ontstaan omdat dit lager uitkomt dan verwachtingen die bijvoorbeeld door het KNMI zijn gepubliceerd (KNMI, 2015). Naar aanleiding daarvan heeft de Waddenacademie een studie laten uitvoeren naar zeespiegelstijging aan de Nederlandse kust. Deze studie van Vermeersen et al. (2018) voorspelt een versnelling van de zeespiegelstijging die groter is dan het richtscenario uit het beleidsbesluit. Voor de voorliggende Passende beoordeling is de discussie over het richtscenario niet bepalend voor de uitkomst, omdat het hanteren van de HadK-systematiek betekent dat de winning plaatsvindt binnen de grenzen die door het meegroeivermogen en het zeespiegelstijgingsscenario. In 2021 vindt de volgende actualisatie van het beleidsscenario plaats.

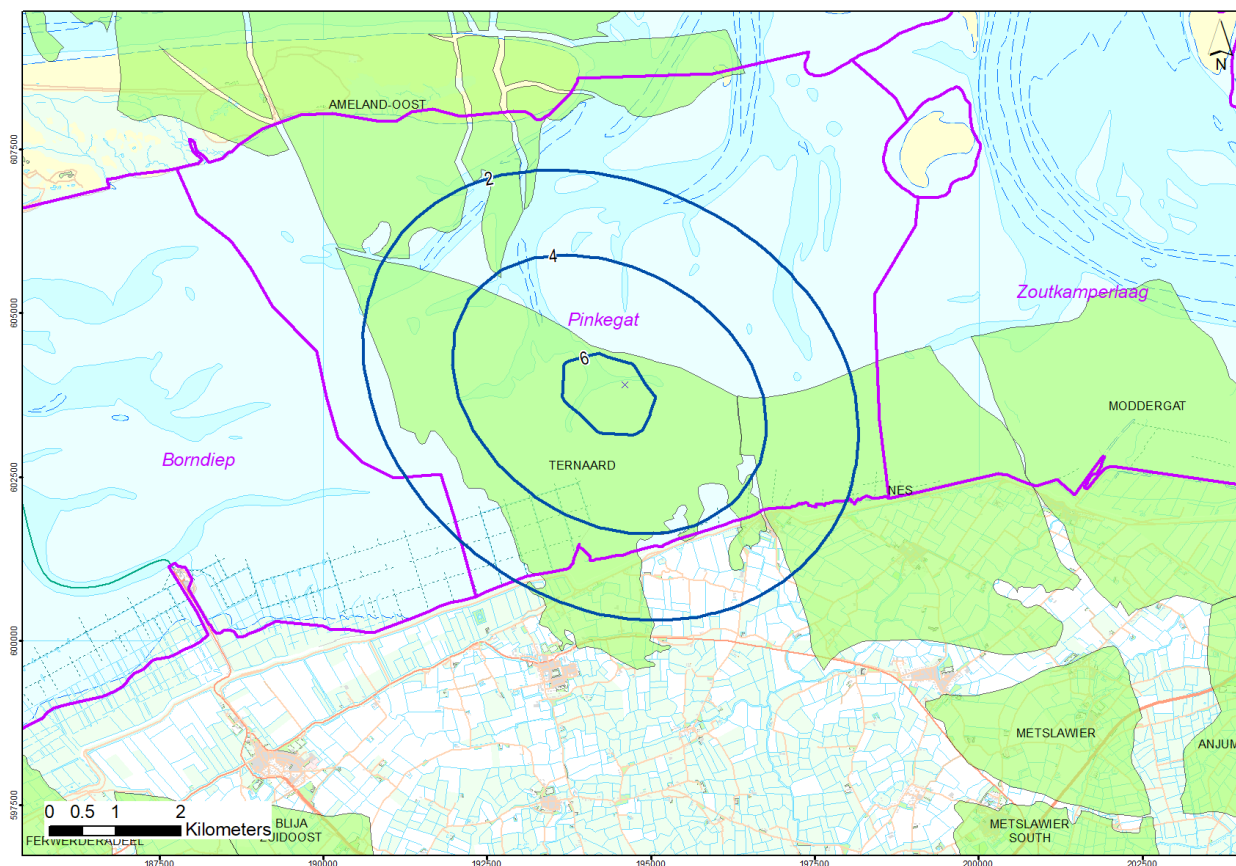
### 3.3.4 Uitgangspunt 3: De bodemdalingssnelheid

In Figuur 3-8 is te zien dat de bodemdalingssnelheid door gaswinning, opgeteld bij de snelheid van zeespiegelstijging<sup>5</sup> niet groter mag zijn dan de vastgestelde natuurgrens. Voor het kombergingsgebied Pinkegat is de natuurgrens bepaald op 6 millimeter per jaar. Als je daar ca. 1,8 millimeter per jaar aan zeespiegelstijging van aftrekt houdt je ongeveer 4,2 millimeter per jaar over. De gebruiksruimte is dan 4,2 millimeter per jaar. De gemiddelde bodemdalingssnelheid onder het Pinkegat door alle gaswinningen samen, mag niet meer bedragen dan 4,2 millimeter per jaar.

<sup>5</sup> Dit is de relatieve bodemdaling, waar de autonome tektonische bodemdaling onderdeel van uitmaakt (Fokker et al., 2018). Omdat de tektonische bodemdaling in de berekeningen van de gebruiksruimte onderdeel uitmaakt van de relatieve zeespiegelstijging, wordt deze niet nogmaals in de berekening van de gebruiksruimte gebruikt.

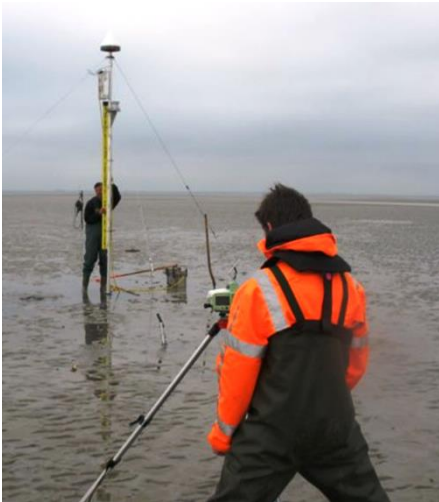
In de bovenstaande alinea wordt gesproken over gemiddelde bodemdalingssnelheid. Het bepalen van de gemiddelde bodemdalingssnelheid voor het kombergingsgebied Pinkegat werkt als volgt. Er is bodemdaling door gaswinning onder het Pinkegat door winning uit de gasvelden Moddergat, Nes en Ameland. Op basis van geomechanische modellering wordt berekend hoe groot deze bodemdalingssnelheid waar onder het gebied is. Het gebied is opgedeeld in vakjes. Voor ieder vakje wordt de bodemdalingssnelheid berekend. Door alle vakjes te middelen wordt de gemiddelde dalingsnelheid berekend. Dit is echter nog niet het hele verhaal. Er wordt namelijk ook in de tijd gemiddeld. Omdat de gaswinning niet constant is en omdat de Waddenzee een dynamisch gebied is, wordt er gewerkt met een zesjarig gemiddelde. De dynamiek van de Waddenzee wordt mede bepaald door langjarige cycli in het getij, zoals de 18,6-jarige cyclus. De getijslag neemt toe en weer af met een periode van 18,6 jaar, waardoor met enige vertraging ook de omvang van de geulen toeneemt en dan weer afneemt. In de Passende beoordeling voor de gaswinning Waddenzee (Ministerie van Economische Zaken, 2005) is vastgesteld dat deze periode van 18,6 jaar te lang is om praktisch bruikbaar te zijn voor het HadK-principe en daarom is voor een middeling over zes jaar gekozen. Voor alle duidelijkheid, de cyclus van 18,6 jaar in het getij is niet de enige variabele die leidt tot dynamiek in het wadengebied. Ook de variaties in de meteorologische condities, langjarige trends in de morfologische ontwikkelingen en bijvoorbeeld het verschuiven van (delen van) het wad leiden tot veranderingen in de morfologie voor het berekenen van de belasting van de gebruikruimte op een bepaald moment, betreft het de gemiddelde belasting van drie jaar ervoor en drie jaar erna.

De bodemdalingssnelheid wordt berekend aan de hand van modellen van de diepe ondergrond. Een eerste model maakt een driedimensionale geologische beschrijving van de diepe ondergrond onder een groot deel van het Wadengebied. Een tweede model berekent hoe het drukverloop in de gasreservoirs en aansluitende watervoerende lagen zal verlopen. Een derde model berekent hoe dat drukverloop leidt tot compactie van het gasreservoir en hoe dat uiteindelijk doorvertaald naar bodemdaling aan het aardoppervlak. Dit laatste model noemen we het geomechanisch model. De met de modellen voorspelde bodemdaling aan het einde van de winning is weergegeven in Figuur 3-10, zie voor een nadere toelichting het Winningsplan (NAM, 2019)



Figuur 3-10 Dalingscontour (cm) van de gaswinning Ternaard in 2050, horende bij de voorgenomen gaswinning in tabel 2.1 uit paragraaf 2.1.2

Het geomechanisch model wordt tijdens de winning gekalibreerd en geverifieerd aan de hand van bodemdalingsmetingen op het land en op het wad. Op het wad zijn daarvoor stalen palen diep in de wadbodem geplaatst; de zogenaamde peilmerken (Figuur 3-11).



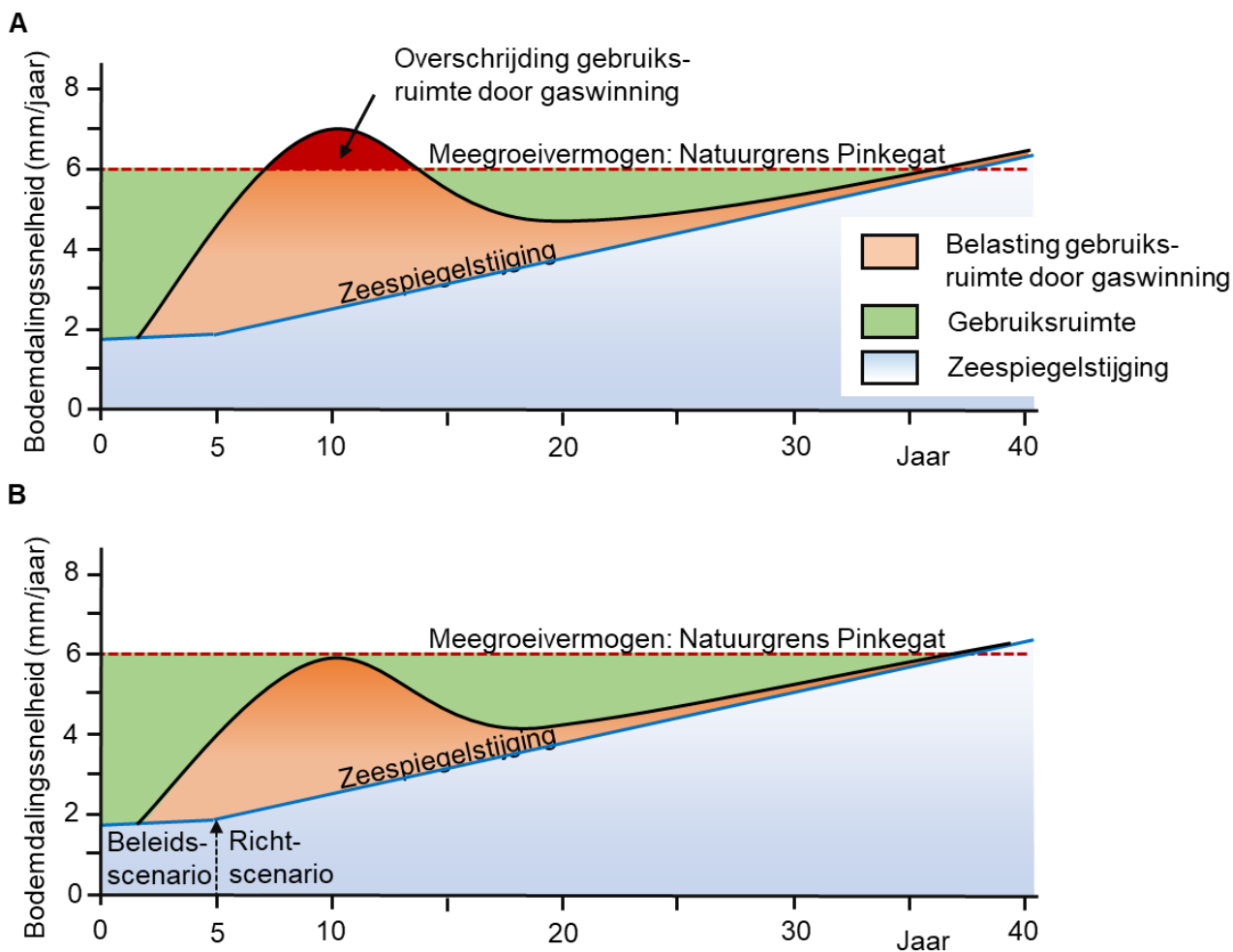
*Figuur 3-11 Inmeten van een peilmerk: 6 meter lange palen staan helemaal onder het sedimentoppervlak. Ze dalen mee met de diepe bodemdaling. Minimaal eens per drie jaar wordt de kop van de paal uitgegraven en wordt er een gps-antenne op de paal gezet waardoor de gps-ontvanger permanent boven water staat. Door vijf dagen lang aaneengesloten te meten ontstaat een zeer nauwkeurige bepaling van de hoogte. Deze nauwkeurige bepaling is nodig om de kleine hoogteveranderingen door bodemdaling te registreren. Op de palen wordt niet de bodemhoogteverandering van het wad gemeten*

### 3.3.5 De Meet- & Regelcyclus

De technische details met betrekking tot de HadK-systematiek zijn vastgelegd in het Meet- & Regelprotocol. Dit protocol is als voorwaarde opgenomen in het instemmingsbesluit op het Winningsplan (MLV). Ieder jaar wordt de zogenaamde Meet- & Regelcyclus doorlopen en wordt de Meet- & Regelrapportage aan het bevoegd gezag (het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat) aangeleverd. In die rapportage laat NAM zien hoe ze ervoor zorgt dat de bodemdalingsnelheid onder de Waddenzee de gebruikruimte niet overschrijdt of dreigt te overschrijden.

Figuur 3-12 is een fictief voorbeeld dat bedoeld is om uit te leggen hoe de HadK-systematiek werkt en toont in twee grafieken de snelheid van zeespiegelstijging, de belasting van de gebruikruimte door de geprognostiseerde bodemdalingsnelheid en de natuurgrens. Op de Y-as staat in millimeters per jaar de snelheid van de zeespiegelstijging, de bodemdalingssnelheid (gemiddelde over het kombergingsgebied) en de natuurgrens (het meegroeivermogen). Op de X-as staat de tijd in jaren. De zeespiegelstijging is het lichtblauwe vak, waarbij de eerste vijf jaar sprake is van een versnelde zeespiegelstijging (het beleidsscenario) en daarna een versnelling plaats (het richtscenario). Bovenop de zeespiegelstijgingsnelheid is een groen vlak zichtbaar. Dit vlak representeert de beschikbare gebruikruimte die overblijft als van het meegroeivermogen de zeespiegelstijging wordt afgetrokken. Vanwege de versnelling van de zeespiegelstijging, neemt de beschikbare gebruikruimte af tot nul, als de snelheid van zeespiegelstijging groter wordt dan het meegroeivermogen.

Figuur 3-12 bestaat uit twee delen, A en B. Dit zijn twee berekeningen van de belasting van de gebruikruimte. Voor A geldt een productiescenario waardoor de gebruikruimte zou worden overschreden. Voor deel B geldt een aangepast winningscenario waardoor die overschrijding niet optreedt. In deel B wordt de gasproductie, zodat de Natuurgrens van 6 mm/jaar niet wordt overschreden. Dit is een voorbeeld van de preventieve werking van de HadK-systematiek. Dit geheel nameten, berekenen en rapporteren noemen we de Meet- & Regelcyclus.



Figuur 3-12 Twee fictieve grafieken van de gebruiksruimte en de versnelde zeespiegelstijging in het Pinkegat als voorbeeld voor de werking van de HadK-systeem (gebaseerd op het fictieve voorbeeld dat is opgenomen in het MER Gaswinning Waddenzee, NAM, 2006). In deel A is de totale belasting van de gebruiksruimte te groot en wordt de natuurgrens overschreden. Dit is niet toegestaan en daarom wordt de gasproductie aangepast, door een nieuw productieplan op te stellen. Deel B toont een herberekening op basis van dat nieuwe productieplan. Nu past de bodemdaling door gaswinning wel binnen de gebruiksruimte

### 3.3.6 Ecologische monitoring

Naast het Meet- & Regelprotocol kent de gaswinning Waddenzee ook een voorgeschreven monitoringprogramma (opgenomen als bijlage D bij deze Passende beoordeling). Dus enerzijds is er de HadK-systeem die voorkomt dat effecten op de natuur kunnen optreden, anderzijds is er een ecologisch monitoringprogramma dat het uitblijven van deze effecten dient te bevestigen. Het monitoringprogramma is dus een extra controle voor het geval dat de HadK-systeem niet zou werken. Dit monitoringprogramma is opgenomen als voorwaarde in de Natuurbeschermingswetvergunning voor gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen.

Het monitoringprogramma is gericht op het verzamelen van data op basis waarvan de ontwikkeling van een aantal instandhoudingsdoelstellingen voor de Waddenzee kan worden gevolgd. De focus hierbij ligt op instandhoudingsdoelen die, indien er daadwerkelijk bodemdaling aan het wad- of kwelderoppervlak zou plaatsvinden, daar nadelig door beïnvloed zouden kunnen worden. Vooruitlopend op het beoordelingskader in Hoofdstuk 5 worden deze hieronder kort besproken.

**Areaal droogvallende wadplaten** - Met als doel het areaal droogvallende wadplaten te berekenen, wordt er twee keer per jaar met een laser (LiDAR) vanuit een vliegtuig de hoogte van de wadplaten in Pinkegat en Zoutkamperlaag ingemeten. Deltares analyseert op basis van deze gegevens waar de wadplaten groeien en

waar ze eroderen. Naast deze vlakdekkende methode wordt een aantal platen in detail gevolgd in de tijd met spijkermetingen. Deze metingen worden nader toegelicht in het monitoringprogramma (Bijlage D).

Voor alle duidelijkheid: met de monitoring van de platen met LiDAR wordt niet vastgesteld of het sedimentatievolume in het kombergingsgebied voldoende groot is voor het bijhouden van de zeespiegelstijging en de bodemdaling door de gaswinning. Ook de vaklodingen die door Rijkswaterstaat worden uitgevoerd zijn niet gericht op het vaststellen van deze sedimentatie. De nauwkeurigheid<sup>6</sup> waarmee met deze metingen het netto sedimentatievolume kan worden vastgesteld, is ten opzichte van de omvang van deze sedimentatie te beperkt. Onder andere vanwege deze beperking aan het meten van de morfologische ontwikkelingen, is de berekening van de gebruiksruimte ingesteld als onderdeel van de HadK-systematiek.

*Draagkracht voor een aantal vogelsoorten* - De draagkracht van de wadplaten voor daarop foeragerende vogels wordt bepaald door een groot aantal factoren en is tamelijk specifiek voor de verschillende vogelsoorten. Vanwege de mogelijke relatie met bodemdaling door gaswinning focust het monitoringprogramma op de voedselbeschikbaarheid en voedselbereikbaarheid van een aantal soorten. Om deze proxy voor draagkracht te berekenen is een ecologisch model gebouwd waarin een aantal databronnen samenkomen. Ten eerste de hierboven genoemde hoogteligging van het wad, die bepalend is voor de droogvalduur van het voedsel. De -niet voorspelde en verwachte- gevolgen van bodemdaling zouden via veranderingen in de droogvalduur door verlaging van de wadplaten door bodemdaling tot uiting komen. Ten tweede zijn ook de waterstanden bepalend voor de droogvalduur. Deze worden op basis van metingen in de vaste waterstandsstations van Rijkswaterstaat berekend met het programma Intertides (Rappoldt & Ens, 2013; Ens et al., 2015). Ten derde wordt, op basis van het dieet van een vogelsoort, de hoeveelheid voedsel geschat uit bodemdiereninventarisaties zoals SIBES (Compton et al. 2013) en de schelpdiereninventarisaties (Van den Ende et al. 2018; Perdon et al., 2018). Door het combineren van deze monitoringdata en kennis van de voedselécologie van de vogels en hun prooidieren wordt de draagkracht van het gebied jaarlijks bepaald (Ens et al. 2015, 2016, 2017, 2018).

*Areaal en kwaliteit van kwelderhabitats* - De kwelder die onder invloed staat van de gaswinning MLV, is de Paesumerlannen. Op deze kwelder van 485 ha bij Paesens en Moddergat, wordt de opslibbingsnelheid gemeten en wordt de ontwikkeling van de vegetatie gemonitord (van Duin, 2018). Op basis van deze gegevens wordt beoordeeld hoe verschillende kwelderhabitats zich ontwikkelen. Nota bene, de voorspelde bodemdaling door de gaswinning Ternaard sterkt zich niet uit tot onder kwelder Paesumerlannen.

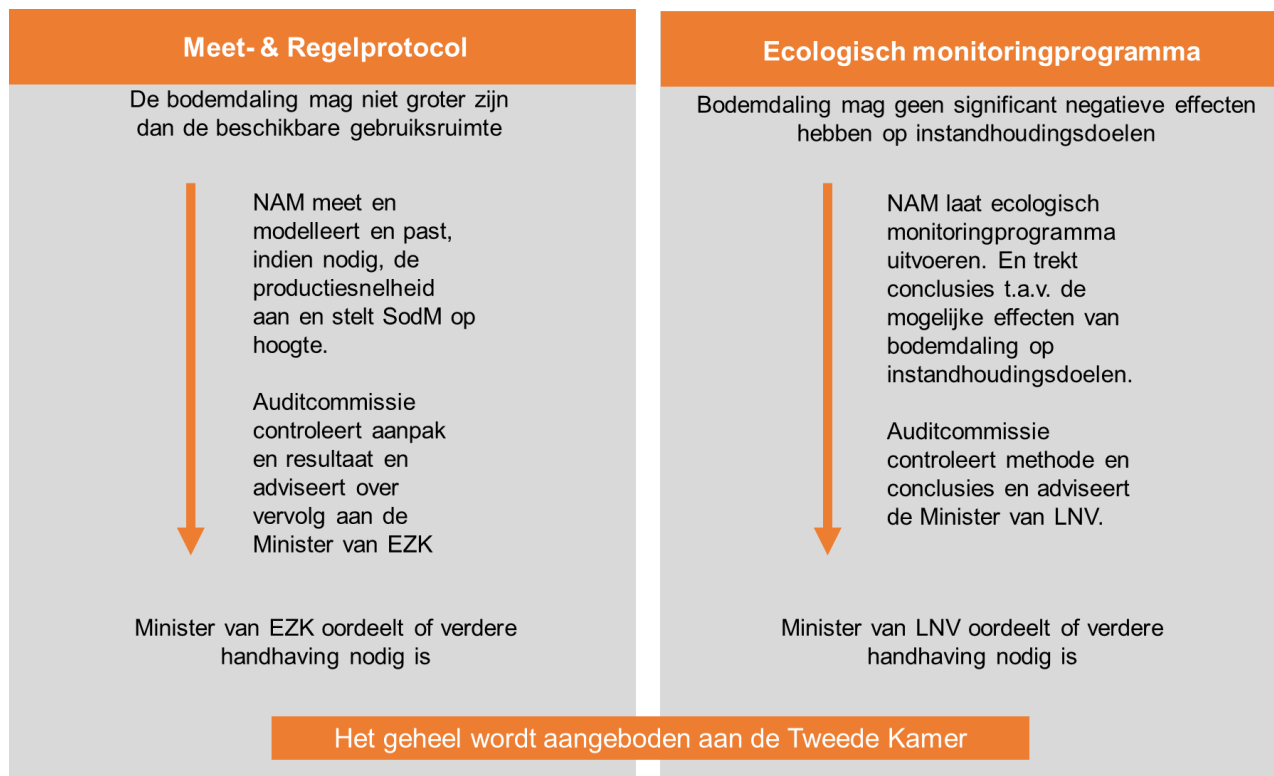
Het monitoringprogramma in bijlage D ziet ook op de ecologische ontwikkeling van het Lauwersmeergebied. Dat is voor deze Passende beoordeling over de voorgenomen gaswinning Ternaard, verder niet van belang, omdat de bodemdaling door de Ternaard Gaswinning niet onder het Lauwersmeergebied plaatsvindt. Tegelijkertijd met de Meet- & Regelrapportage rapporteert NAM ieder jaar de voortgang van de ecologische monitoring aan de Ministeries van EZK en LNV (zie bijvoorbeeld NAM, 2018). Dit wordt nader toegelicht in paragraaf 3.3.7.

### 3.3.7 Bevoegdheid, taakverdeling en rapportage

Zoals in de bovenstaande paragrafen reeds is aangegeven, is de HadK-systematiek uitgewerkt in het Meet- & Regelprotocol. Daarin wordt op basis van drie sturende variabelen, namelijk: de bodemdalingssnelheid, de zeespiegelstijgingssnelheid en de natuurgrens bepaald of de gasproductie moet worden bijgestuurd. Tevens kunnen afwijkingen in ecologische variabelen, waarvoor niet redelijkerwijs kan worden uitgesloten dat het om een effect van bodemdaling door gaswinning gaat, leiden tot een het beperken van de gaswinning. Het Meet- en Regelprotocol en het Ecologische monitoringsprogramma zijn naast elkaar weergegeven in Figuur 3-13, omdat dit twee separate routes vormen die de HadK bewaken.

<sup>6</sup> De nauwkeurigheid waarover hier wordt gesproken is een ruimer begrip dan de nauwkeurigheid van de metingen zelf (en die is weer ruimer dan de statistische meetfout). Het omvat bijvoorbeeld ook de natuurlijke variaties die optreden in het bodemvolume, bijvoorbeeld doordat de poriënruimte tussen de sedimentdeeltjes bij opeenvolgende metingen verschilt en doordat op delen van wadplaten onder rustige omstandigheden een sliblaag kan opbouwen, die in sommige metingen wel en in andere metingen niet wordt opgemeten.

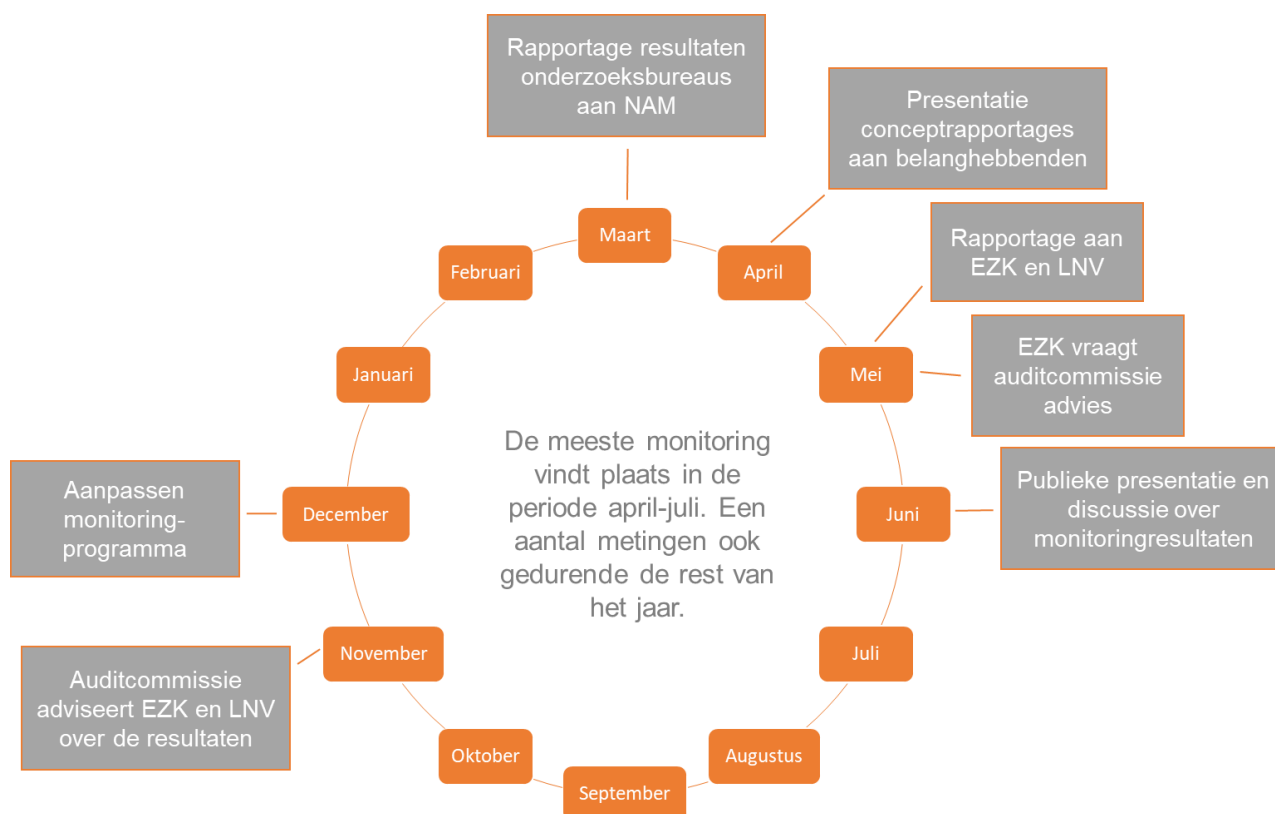




Figuur 3-13 Flowchart van de metingen (links) en monitoring (rechts), de rapportages en de rol van de auditcommissie en de Ministeries

Figuur 3-13 toont de twee routes die kunnen leiden tot het aanpassen van de gasproductie onder de Waddenzee. Links staat de HadK-systematiek waarin NAM conform het Meet- & Regelprotocol de voorgenomen bodemdalingssnelheid/productiesnelheid controleert en eventueel bijstelt, door de productiesnelheid aan te passen. De Auditcommissie controleert en adviseert de Minister van EZK, die kan besluiten handhavend op te treden als daar aanleiding toe is. Rechts staat het ecologische monitoringprogramma. De NAM rapporteert over de resultaten (zie NAM, 2018). De Auditcommissie controleert de monitoringresultaten en beoordeelt de conclusies. Als een effect van bodemdaling door gaswinning op instandhoudingsdoelstellingen niet redelijkerwijs kan worden uitgesloten, kan de Minister van LNV besluiten om de gasproductie onder de Waddenzee te temporiseren of te staken. Over de resultaten uit de Meet- & Regelrapportage en ecologische monitoring rapporteren de Ministers van EZK en LNV jaarlijks gezamenlijk aan de Tweede Kamer.

Jaarlijks wordt dus gerapporteerd over de meet en regelcyclus en de monitoring. Naast formele rapportageverplichtingen worden belanghebbenden actief van de voortgang en resultaten op de hoogte gehouden. Hoe dit proces door het jaar heen verloopt is te zien in de onderstaande figuur (Figuur 3-14).



Figuur 3-14 Jaarcyclus voor de rapportage over de ecologische monitoring en resultaten uit de Meet- & Regelcyclus

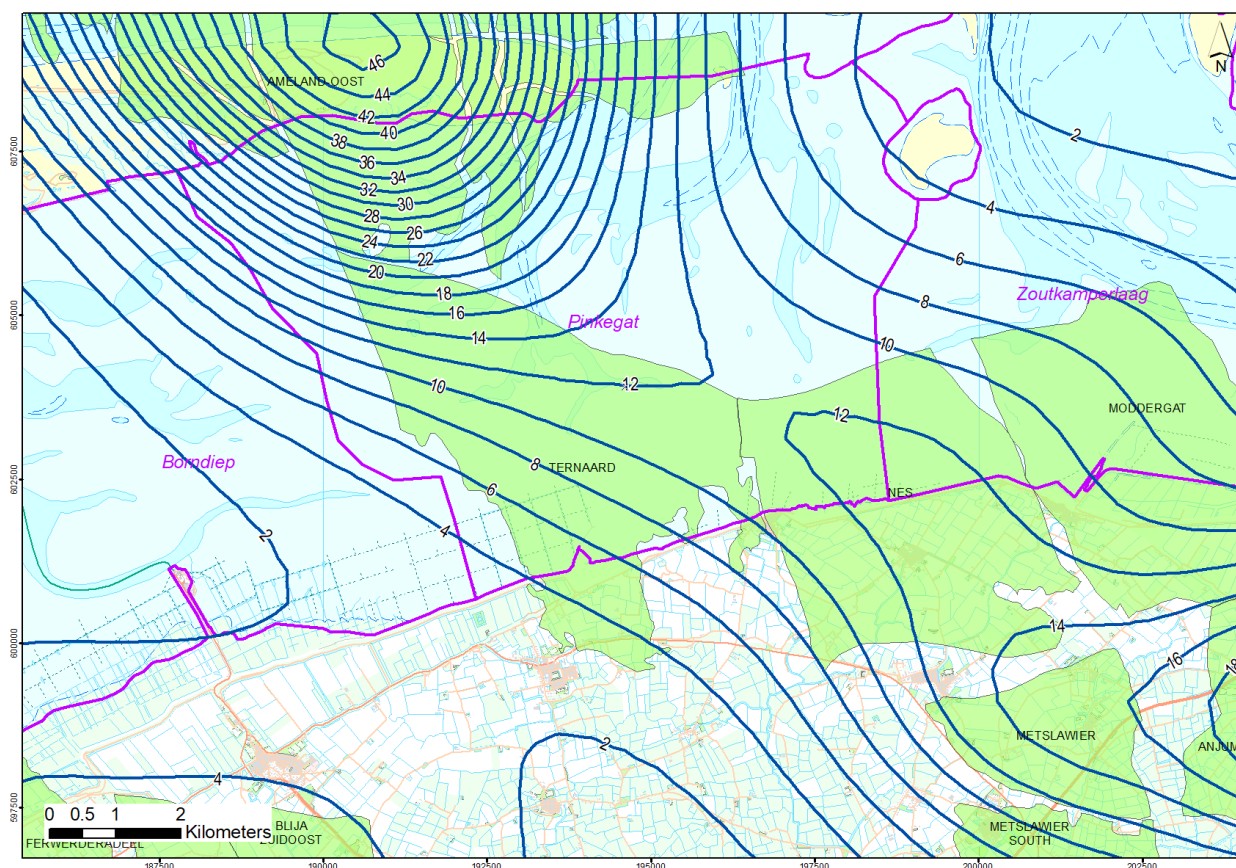
### 3.3.8 Extra volume zandsuppleties

Zoals beschreven in paragraaf 3.2.2 zorgt de sedimentuitwisseling tussen de Waddenzee en de Noordzeekustzone ervoor dat bodemdaling in de Waddenzee zich niet aan het wadoppervlak manifesteert. Het volume bodemdaling wordt dus aangevuld omdat er netto meer zand in de Waddenzee achterblijft. Dit zand komt echter wel ergens vandaan, namelijk uit de buitendelta en vooroever en andere delen van de Noordzeekustzone. De Noordzeekustzone tot aan de 20 meter dieptelijn noemen we het kustfundament. Om het kustfundament op peil te houden, voert Rijkswaterstaat zandsuppleties uit. Het volume aan zandsuppletie komt overeen met de oppervlakte van de Delta, Waddenzee en het Kustfundament, vermenigvuldigd met de zeespiegelstijging. Op dit moment is dat zo'n 12 miljoen kuub zand per jaar.

Het bodemdalingsvolume in de Waddenzee wordt aangevuld met zand vanuit het kustfundament en dit zandvolume dient door middel van zandsuppletie in het kustfundament te worden teruggebracht. Dat kan door suppletie van zand uit de diepere Noordzee (beneden de -20 meter dieptelijn) in het kustfundament. Conform de werkwijze bij de gaswinning Waddenzee wordt via de vergunningvoorschriften en het instemmingsbesluit de verplichting tot een extra volume zandsuppletie als voorwaarde opgelegd bij de gaswinning Ternaard. Daarmee wordt dit extra volume zandsuppletie behandeld als onderdeel van het project gaswinning Ternaard. De omvang van het extra volume zandsuppletie is afhankelijk van de daadwerkelijke omvang van de gaswinning. Hoe in deze Passende beoordeling het extra volume zandsuppletie wordt beschouwd, is opgenomen in paragraaf 6.2.7.

### 3.3.9 Gaswinning Ternaard en de Hand aan de Kraan-systematiek

Het gasveld Ternaard ligt ten westen van de gasvelden Moddergat en Nes, grotendeels onder het kombergingsgebied Pinkegat. De voorgenomen gaswinning Ternaard wordt opgenomen in het Meet- & Regelprotocol voor gaswinning onder de Waddenzee. Dat betekent dat de bodemdaling die de gaswinning Ternaard veroorzaakt, ieder jaar wordt beoordeeld en gereguleerd in cumulatie met die van de gaswinningen Nes, Moddergat en Ameland. Figuur 3-15 toont de voorspelde bodemdaling die het gevolg is van de verschillende gaswinningen, waaronder die van Ternaard. Ook voor Ternaard is dan de HadK-systematiek van toepassing. Daarmee wordt voorkomen dat de gaswinning Ternaard kan leiden tot een afname van het areaal droogvallende wadplaten of de droogvalduur daarvan.



Figuur 3-15 Dalingscontour (cm) van alle gaswinningen, met inbegrip van de gaswinning Ternaard, in 2050

Tevens zal de gaswinning Ternaard opgenomen worden in het ecologisch monitoringprogramma voor gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Dit houdt in dat jaarlijks zal worden bestudeerd en gerapporteerd of classificerende natuurwaarden, behorend tot het Natura 2000-gebied Waddenzee, niet in kwaliteit of omvang achteruitgaan. Wanneer dat wel het geval is, zal aannemelijk moeten worden gemaakt dat dit niet het effect is van de gaswinning Ternaard. Lukt dat niet, dan is het aan de Minister van LNV om te bepalen of er sprake is van significante schade aan instandhoudingsdoelstellingen en of de gaswinning moet worden aangepast (zie ook Figuur 3-13). Door de gaswinning Ternaard mee te nemen in deze monitoring en rapportage cyclus vindt er een jaarlijkse controle plaats die uitwijst of de conclusies uit deze Passende beoordeling nog steeds van kracht zijn.

Opname van Ternaard in de bovengenoemde meet- en monitoringprogramma's leidt tot een aantal wijzigingen in die programma's. Ten behoeve van het Meet- & Regelprotocol worden er veel hoogtemetingen uitgevoerd. Op het land zijn dit waterpassingen. Deze waterpassingen vinden reeds plaats in Ternaard en omgeving. Op het wad zijn dit GPS-metingen op peilmerken (Figuur 3-11). Ter voorbereiding op de voorgenomen gaswinning Ternaard is het aantal peilmerken in de Waddenzee uitgebreid. Deze nieuwe peilmerken worden reeds ingemeten ten einde een goede nulmeting te hebben. Ook is er op het land, boven de zuidelijke uitloper van het gasveld een gps-logger geplaatst die continu de bodemdaling meet. Dergelijke loggers staan ook in Moddergat, Anjum en Ameland. Ze dienen ter signalering. De resultaten worden dan ook maandelijks aan SodM gerapporteerd.

Naast de bovengenoemde extra geodetische metingen, zal ook het ecologische monitoringprogramma worden uitgebreid. Een aantal metingen, zoals de wadplaathoogte, vogels en bodemdieren worden reeds op kombergingsniveau uitgevoerd, zodat uitbreiding niet nodig is. Voor de erosie/sedimentatie metingen (Spijkermetingen) is het programma reeds uitgebreid zodat deze metingen ook boven het gasveld Ternaard plaatsvinden. Daarnaast zal er monitoring plaatsvinden om de ontwikkeling van de kwelderfragmenten 't Skoar en de Kromme Horne bij Wierum te bestuderen. Deze aanpassingen zijn te vinden in bijlage E.

### 3.3.10 Hand aan de Kraan systematiek in de praktijk

De afgelopen 11 jaar is de HadK-systematiek van toepassing op de Gaswinning MLV. Het toepassen van Hand-aan-de-Kraan suggereert dat gedurende deze 11 jaar aan 'de gaskraan' is gedraaid. Dat is in deze periode niet nodig geweest, omdat de gasproductie van de verschillende gasvelden zorgvuldig is gestuurd, zodat de Natuurgrens van het Pinkegat niet is overschreden door de bodemdaling. Het sturen van de gasproductie gaat onder andere door het plannen van het boren van nieuwe productieputten. Als de productie in gasvelden met bodemdaling onder het Pinkegat niet was beperkt door de beschikbare gebruiksruimte, dan was de afgelopen jaren meer of sneller gas gewonnen uit deze velden. Door het uitvoeren van productieberekeningen, modelberekeningen van de bijbehorende bodemdaling en het verzamelen van drukgegevens van de gasvelden worden prognoses gemaakt van de bodemdaling, waarop wordt toegezien door de SODM en het ministerie van EZK. De sturing van de gasproductie van de verschillende velden vindt bij de NAM plaats en is daarmee minder zichtbaar voor de buitenwereld. Wel worden de toegepaste methoden en technieken beoordeeld door SODM en EZK.

Zichtbaar aan de HadK-systematiek bij de Gaswinning MLV is het omvangrijke dossier aan meet- en monitoringsinformatie<sup>7</sup>. Bij de Waddenzee gaswinning Ameland wordt ook gemeten en gemonitord<sup>8</sup>. De jaarlijkse rapportages over de bodemdaling en ecologische parameters leiden tot jaarlijkse evaluaties met de Auditcommissie en belanghebbenden en beoordeling door de bevoegd gezagen. Onderwerp van de evaluaties zijn de geobserveerde trends in monitoringdata en de kwaliteit van meten en modelleren. De evaluaties leiden regelmatig tot aanvullende onderzoeksinspanning waardoor de kwaliteit van de metingen en de conclusies toenemen. In deze paragraaf wordt een aantal recente voorbeelden behandeld.

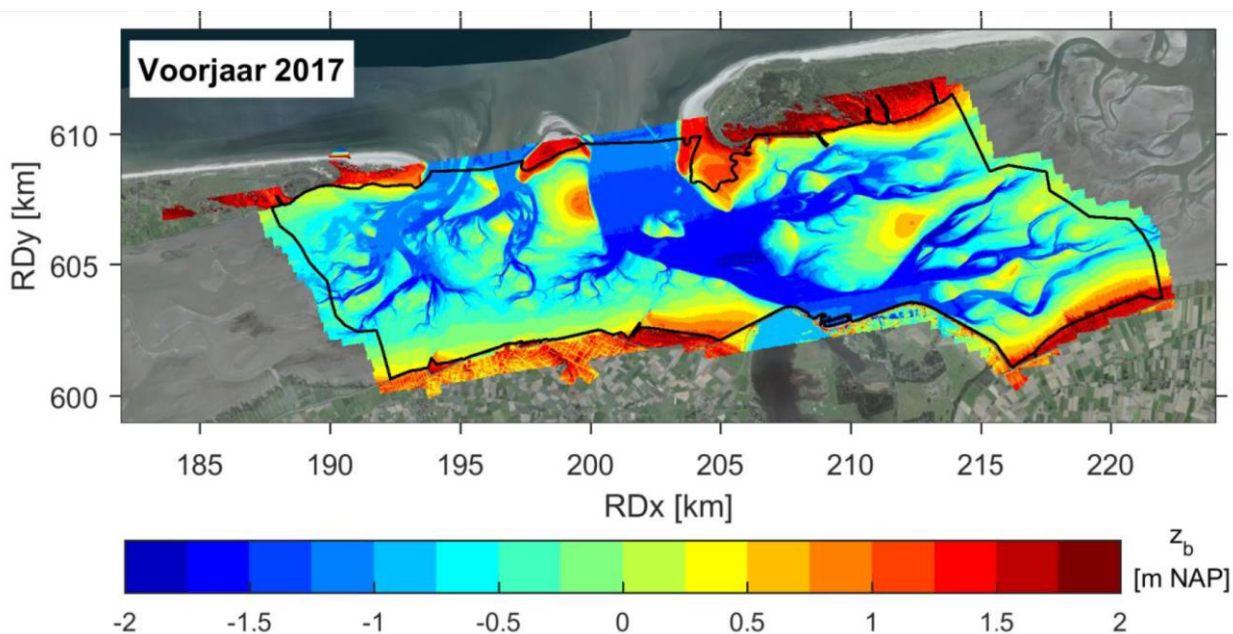
#### Monitoring van de wadplaten

Tweemaal per jaar laat NAM de hoogte en ligging van de wadplaten in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag inmeten. Dit gebeurt met een laserscanner vanuit een vliegtuig en deze methode heet LiDAR. Bij de LiDAR-metingen wordt vanuit een vliegtuig de hoogte in een brede baan onder het vliegtuig ingemeten. De eigenlijke meting wordt uitgevoerd met een bundel laserlicht, waarvan de weerkaatsing op het oppervlak wordt gebruikt om de afstand tussen vliegtuig en oppervlak te bepalen. In combinatie met de plaatsbepaling van het vliegtuig wordt dan de hoogte ten opzichte van NAP berekend. Het oppervlak waarvan de hoogte wordt bepaald, hoeft niet een wadplaat te zijn, ook de hoogte van het wateroppervlak in de Waddenzee wordt ingemeten. De LiDAR-hoogtemetingen worden daarom uitgevoerd tijdens laagwater, als de wadplaten zijn drooggevallen. Van de getijdegeulen wordt dan de hoogte van het wateroppervlak ingemeten. In de kaart in Figuur 3-16 is dit zichtbaar als het vertakkende geulpatroon met donkerblauwe kleuren. Het meest recente rapport van Deltares (Van der Lugt et al., 2019) over de LiDAR-metingen geeft een uitgebreid overzicht van het meetproces en de verwerking van de gegevens.

<sup>7</sup> Beschikbaar via <https://www.nam.nl/gas-en-oliewinning/wadden.html>.

<sup>8</sup> Beschikbaar via <https://www.waddenzee.nl/themas/bodemdaling-ameland/>.





Figuur 3-16 Kaart van de LiDAR-hoogteopname voorjaar 2017 (Schrijvershof et al., 2018)

De bovengenoemde LiDAR-metingen vinden plaats sinds 2010. Op basis van commentaren en aanwijzing van de Auditcommissie (3.3.7) zijn de metingen en het proces van data-analyse de afgelopen jaren sterk verbeterd. Hierdoor is meetfout afgenomen en de betrouwbaarheid en bruikbaarheid van de metingen vergroot.

De gemeten trend in het areaal wadplaten sinds 2010 is licht negatief (Schrijvershof et al., 2018). In eerste instantie is aan deze trend weinig aandacht besteed omdat de onderzoekers van mening waren dat deze binnen de meetfout van de meetmethode lag en daarmee niet te onderscheiden was van een artefact. Op aanwijzing van de Auditcommissie is Deltares toch gaan analyseren wat een mogelijke verklaring van het geobserveerde fenomeen zou kunnen zijn. Schrijvershof et al. (2018) vinden een indicatie dat de geobserveerde negatieve trend te relateren is aan de hoogte van de laagwaterstand. Ze verklaren dit als volgt. Bij een zeer laag laagwater vindt er een betere drainage van de wadplaten plaats, waardoor er minder water op de wadplaten blijft staan. Dit leidt tot een gemiddeld lagere ligging van het gemeten wadoppervlak. Toevalligerwijs correleert dit fenomeen in zekere mate met de meetjaren (co-lineairiteit) waardoor er een sprake lijkt te zijn van een verandering in de tijd. Er zijn echter meer factoren die de hoeveelheid water die tijdens laagwater op de wadplaten achterblijft bepalen. Denk daarbij aan de windrichting. De relatie tussen de laagte van de laagwaterstand en de gemeten omvang van het areaal droogvallende wadplaten (boven NAP) is daardoor niet erg sterk. Deltares wijst erop dat de gemeten trend in wadplaathoogte niet geleidelijk is. Er zitten "sprongen" in de data die overeenkomen met veranderingen in de meettechniek (nieuwere laserscanner).

In bovenstaande voorbeeld is te zien hoe in een vroeg stadium een trend in een morfologische parameter, die direct gerelateerd is aan de ecologische waarde van het gebied (areaal droogvallende wadplaten) wordt geïdentificeerd en bediscussieerd en dat dit leidt tot nadere studie met als doel de trend en de mogelijke rol van bodemdaling door gaswinning daarin te begrijpen. De komende jaren zal dit onderzoek doorgaan.

#### Ontwikkelingen van de kwelders De Hon en Neerlands Reid op Ameland

De gaswinning Ameland heeft een eigen ecologisch monitoringprogramma dat wordt opgesteld en gecoördineerd door de begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland. Deze commissie begeleidt de monitoring sinds de start van deze gaswinning in 1986.

Onder de kwelders De Hon en Neerlands Reid aan de oostzijde van Ameland is de bodem plaatselijk meer dan 30 cm gedaald. Tijdens overstromingen van de kwelder laat de zee sediment achter waardoor deze



weer ophoogt. Eilandkwelders ontvangen echter minder sediment dan de vastelandskwelders. De bodemdaling wordt op Ameland dan ook niet overal gecompenseerd door die opslibbing. De verlaging van het kwelderoppervlak ligt dan ook tussen de 0 en de 20 cm. De eerste 25 jaar leidde dit niet tot veranderingen in de vegetatie. De laatste jaren zijn er lokaal wel duidelijke veranderingen geconstateerd. Uit nader onderzoek blijkt dat in deelgebieden de overstromingsfrequenties zijn toegenomen. Ook in het broedseizoen lijkt dat het geval te zijn. Het Ministerie van LNV heeft de monitoringsresultaten beoordeeld en geconcludeerd dat er op dit moment geen sprake is van significante schade aan de instandhoudingsdoelen van het gebied. Wel vraagt LNV dat het monitoringprogramma zodanig wordt aangepast dat op korte termijn meer inzicht komt in het effect van de toegenomen overstromingskans in het broedseizoen. Ook dit is een voorbeeld van de rol en werking van de ecologische monitoring en jaarlijkse rapportage daarover.

In relatie tot de voorgenomen gaswinning Ternaard zijn er geen zorgen over het effect van bodemdaling onder de kwelders. Bodemdaling onder de kwelders door de gaswinning Ternaard treedt alleen op onder het kwelderfragment bij 't Skoar en onder het kwelderfragment bij Wierum: de Kromme Horne. Onder de nabijgelegen kwelder ten oosten van de veerdam Holwerd, de Paezummlannen en de kwelders van Ameland treedt geen bodemdaling op door de gaswinning bij Ternaard. De hoeveelheid bodemdaling die bij de kwelderfragmenten waaronder de bodemdaling door de gaswinning Ternaard zal plaatsvinden, is namelijk veel kleiner dan bij de eilandkwelders op Ameland het geval is. Desalniettemin zal de bodemdaling en ecologische ontwikkeling van de kwelders 't Skoar en Kromme Horne worden gemonitord in aanvulling op het bestaande monitoringsprogramma voor de MLV-gaswinning en zal hierover jaarlijks worden gerapporteerd aan betrokken partijen.

### **Tijdsafhankelijke bodemdaling**

Met tijdsafhankelijke bodemdaling refereren we naar het zogenaamde na-ijlen van bodemdaling, ook nadat de gaswinning wordt gestopt. Deze tijdsafhankelijke bodemdaling werd geobserveerd voor het gasveld Ameland. Het leidde ertoe dat de modellen niet naar tevredenheid de bodemdaling bij Ameland konden beschrijven. Op aanwijzen van SODM is in 2011 een studie opgestart met als doel vast te stellen welke processen in de diepe ondergrond hieraan ten grondslag lagen en wat de betekenis hiervan zou zijn voor bodemdaling onder de Waddenzee op lange termijn. Deze studie droeg de naam "Long-Term Subsidence" (LTS). In de studie is, onder begeleiding van een internationale commissie van experts, het totaal aan mogelijke processen bestudeerd. Denk hierbij onder meer aan zoutkruip, gesteentekruip en depletie (=drukdaling) van watervoerende lagen (aquifers). In de studie is gekeken wat deze processen betekenen voor bodemdaling in het Waddengebied op langere termijn. Daarnaast heeft een casestudie voor het gasveld Ameland plaatsgevonden. Deze casestudie bestond uit het ontwikkelen en toepassen van een rekenmethode waarmee op basis van de bodemdalingsmetingen aan het aardoppervlak het meest waarschijnlijke bodemdalingsmodel automatisch kon worden gekozen. Tevens biedt deze rekenmethode een overzicht van alle modelvarianties en de waarschijnlijkheid daarvan. De resultaten uit de LTS-studie zijn overgenomen in de Meet- & Regelanalyses en -rapportages. Daardoor wordt nu standaard de voorspelde na-ijling van de bodemdaling gerapporteerd. Ook voor de gaswinning Ternaard wordt de opgedane kennis en kunde uit de LTS-studie in de modellering van de bodemdaling toegepast. De betekenis van het na-ijleffect van bodemdaling is in paragraaf 8.2.2 van deze Passende beoordeling beoordeeld.

## 4 WERKEN BINNEN DE GEBRUIKSRUIMTE

In dit hoofdstuk wordt inzichtelijk gemaakt hoe de bodemdaling die optreedt als gevolg van de voorgenomen gaswinning Ternaard in combinatie met de bestaande gaswinningen, past binnen de gebruiksruijnte. Dit leiden we in, door eerst de te nemen stappen uit de HadK-systematiek kort te herhalen. Vervolgens wordt de cumulatieve belasting van de gebruiksruijnte door verschillende gaswinningen inzichtelijk gemaakt.

De stappen van de HadK-systematiek:

1. Het vaststellen van het meegroeivermogen, uitgedrukt als de maximale relatieve zeespiegelstijging snelheid (=zeespiegelstijgingsscenario + gemiddelde bodemdalingssnelheid) in het kombergingsgebied van een zeegatsysteem, die kan worden gecompenseerd door sedimentaanvoer van buitenaf, zonder significante effecten voor het areaal droogvallende platen. Deze stap is uitgevoerd in het MER en de Passende beoordeeling (NAM, 2006 & Ministerie van Economische Zaken, 2006) voor de Gaswinning MLV.
2. Het vaststellen van de gebruiksruijnte; dit is de ruijnte die overblijft van het meegroeivermogen na aftrek van de snelheid van zeespiegelstijging. De vastgestelde gebruiksruijnte is een veilige grens voor de gecombineerde gevolgen van zeespiegelstijging en bodemdaling door delfstoffenwinning. Het vaststellen van de gebruiksruijnte vindt iedere vijf jaar opnieuw plaats, bij het beschikbaar komen van het actuele zeespiegelstijgingsscenario.
3. Het vooraf vaststellen van de maximale bodemdalingssnelheid die gemiddeld over het kombergingsgebied door alle winningen kan worden bijgehouden per kombergingsgebied, zonder dat veranderingen optreden aan het geomorfologische evenwicht in de Waddenzee. Dit vindt in de voorliggende Passende beoordeeling plaats voor de voorgenomen winning Ternaard en de beide andere winningen (Ameland en MLV) die leiden tot bodemdaling in het kombergingsgebied van het Pinkegat.
4. Het uitvoeren van de gaswinning volgens het winningsplan, waarbij de verwachte bodemdalingssnelheid binnen deze grens blijft.
5. Het door middel van meten en monitoren vaststellen van de daadwerkelijk opgetreden bodemdaling en het ontbreken van gevolgen voor de Waddenzee.
6. Het zo nodig bijsturen van de bodemdaling door de productie te beperken ("het dichtdraaien van de kraan").

Met de stappen 1 tot en met 4 in de HadK-systematiek wordt op voorhand de bodemdaling door gaswinning beperkt, zodat geen gevolgen zullen optreden in de Waddenzee, ook niet bij een versneld stijgende zeespiegel. De stappen 5 en 6 geven een extra waarborg dat er inderdaad geen gevolgen zullen optreden.

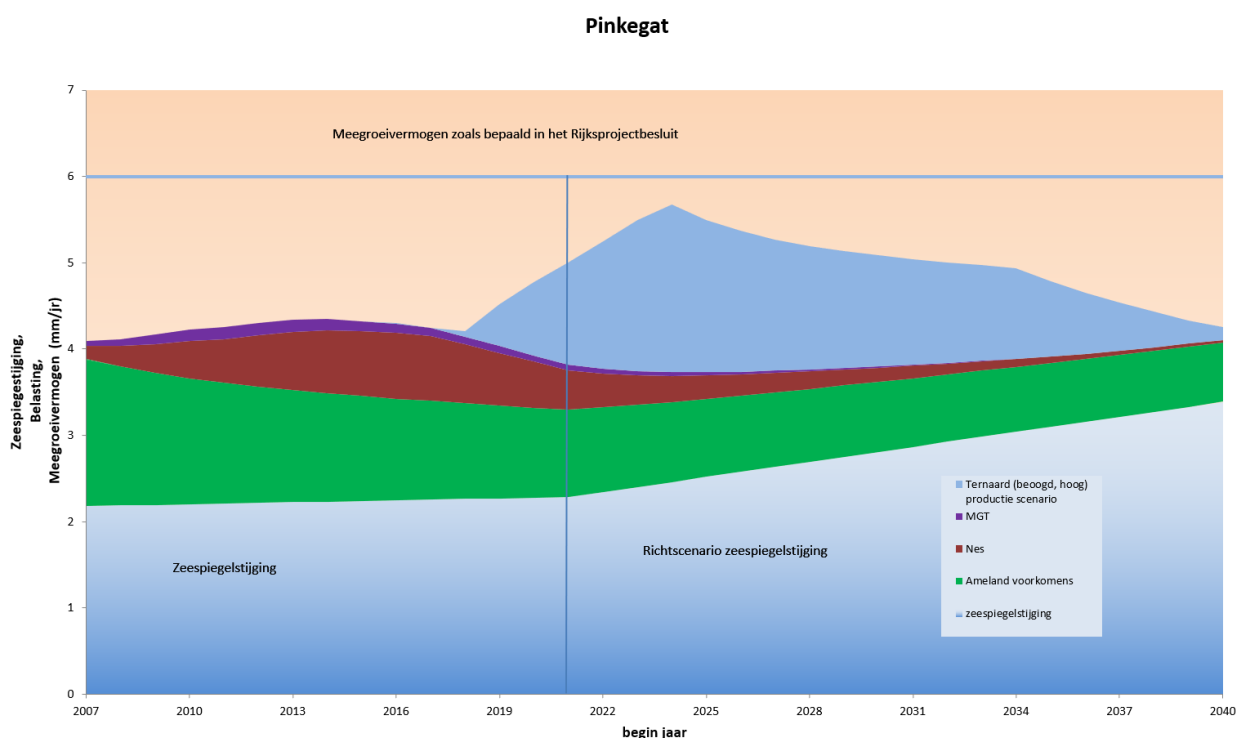
In deze voorliggende Passende beoordeeling gasboring en gaswinning Ternaard wordt, net als bij de Gaswinning MLV, de beschikbare gebruiksruijnte als een harde grens gehanteerd. De bodemdaling door alle gaswinning in de beïnvloede kombergingsgebieden zal de gebruiksruijnte van de betreffende kombergingsgebieden niet overschrijden, door de productie van de verschillende gaswinning zodanig te beperken dat de gezamenlijke bodemdaling binnen de beschikbare gebruiksruijnte blijft. Dit geldt voorafgaand aan de winning (de stappen 1, 2 en 3 in het bovenstaande overzicht) en tijdens de winning (de stappen 4, 5 en 6).

### Voorafgaand aan de winning

Alle gaswinning omvat de gaswinningen Ameland, Waddenzee en de voorgenomen gaswinning Ternaard. Figuur 4-1 toont de voorspelde belasting van de gebruiksruijnte door de bodemdaling als gevolg van de verschillende winningen voor het kombergingsgebied Pinkegat. In deze grafiek wordt de optelsom gemaakt van de zeespiegelstijging met de bodemdaling door respectievelijk de gaswinning Ameland (AME), Nes en Moddergat (MGT), met daarbij de bodemdaling door de gaswinning Ternaard.

In de grafiek in Figuur 4-1 is de voorgenomen gaswinning Ternaard getoond. Deze voorgenomen gaswinning Ternaard is het scenario dat in deze Passende beoordeeling wordt beoordeeld, met een winning van circa 7,57 miljard m<sup>3</sup> gas. Bij deze voorgenomen gaswinning Ternaard wordt de natuurgrens van 6 mm/jaar voor het kombergingsgebied Pinkegat niet overschreden. De omvang van de bodemdaling blijft bij deze voorgenomen gaswinning binnen de beschikbare gebruiksruijnte.

Voor de volledigheid wordt in Figuur 4-2 ook de belasting van de gebruikruimte door de gaswinning Ternaard in het kombergingsgebied van het Borndiep getoond. De belasting van de gebruikruimte door de voorgenomen winning Ternaard in de grafiek begint nog voordat de boring is uitgevoerd en de bodemdaling zal plaatsvinden. Dat is het gevolg van de berekeningswijze van de belasting van de gebruikruimte, waarbij de opgetreden bodemdaling wordt gemiddeld over een periode van zes jaar, die is ingevoerd om rekening te houden met langjarige fluctuaties in de morfologie vanwege de 18,6-jarige cyclus in het getij (zie voor een beschrijving van de berekeningswijze de Passende beoordeling voor de gaswinning MLV, Ministerie van Economische Zaken, 2006). Bij het Borndiep is de belasting van de gebruikruimte door de beperkte omvang van de bodemdaling veel kleiner dan bij het Pinkegat. Vanwege de zeer kleine omvang (van maximaal 0,03 mm/jaar) is in de grafiek vrijwel niet zichtbaar dat deze iets boven het zeespiegelstijgingsscenario ligt.



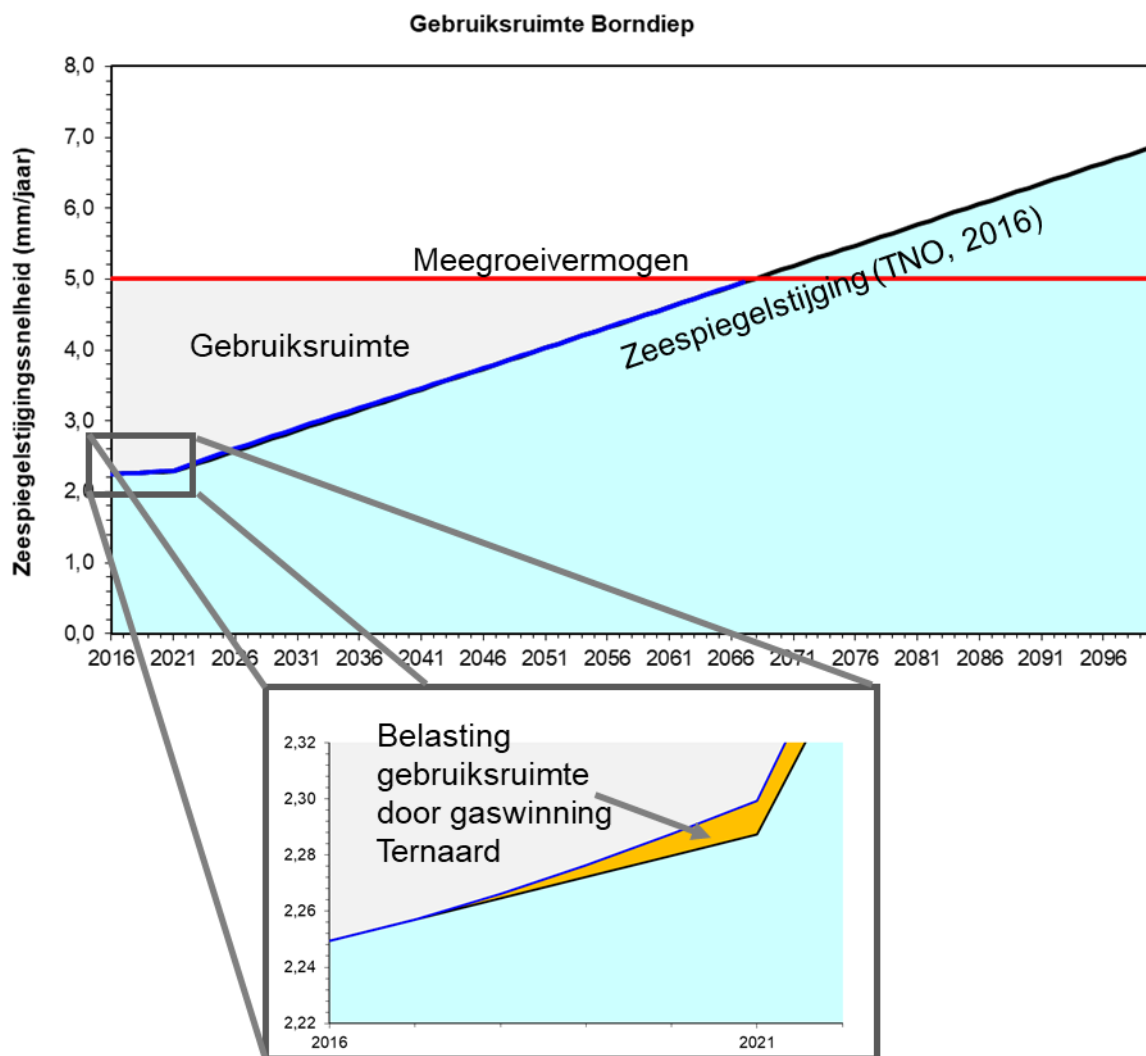
Figuur 4-1 Grafiek met de voorspelde belasting Ternaard bij de voorgenomen gaswinning binnen de gebruikruimte voor de Ternaard bodemdaling en de bestaande gaswinning Ameland en MLV (Nes, MGT) voor het kombergingsgebied Pinkegat (zeespiegelstijgingsscenario TNO 2016)

### Tijdens de winning

De gaswinning zal plaatsvinden volgens het Winningsplan, waarin is vastgelegd dat de bodemdaling van de verschillende gaswinningen binnen de gebruikruimte blijft. Maandelijks wordt over gemeten bodemdaling gerapporteerd aan SODM. De prognose van de bodemdaling wordt jaarlijks geactualiseerd op basis van de gasproductie en de gemeten bodemdaling. Daartoe wordt het dalingsmodel opnieuw toegepast, om de waargenomen bodemdaling te bepalen op basis van het werkelijk geproduceerde gas en wordt de toekomstige bodemdaling berekend. Zo nodig, bij een dreigende overschrijding van de natuurgrens, wordt bijgestuurd om de omvang van de bodemdaling door de productie te beperken ("het dichtdraaien van de kraan"). Bij actualisatie van het zeespiegelstijgingsscenario (waarvan in 2021 de eerstvolgende is voorzien, en daarna iedere vijf jaar), wordt de beschikbare gebruikruimte opnieuw vastgesteld en worden zo nodig aanpassingen in de gasproductie gedaan. Op deze wijze wordt, vanwege de Meet- & Regelcyclus, steeds voldaan aan de randvoorwaarde dat de bodemdaling door de gaswinningen Ameland en Waddenzee en de gaswinning Ternaard binnen de gebruikruimte plaatsvindt.

Voor de voorliggende Passende beoordeling is als randvoorwaarde gehanteerd dat de gaswinning Ternaard binnen de beschikbare gebruikruimte van de Waddenzee plaatsvindt. Deze randvoorwaarde geldt op voorhand, door de keuze van het gaswinningsscenario (Voorgenomen gaswinning Ternaard in Figuur 4-1) en tijdens de winning door het toepassen van de HadK-systematiek. Omdat de omvang van de bodemdaling

door alle gaswinning binnen de beïnvloede kombergingsgebieden, waaronder die door de voorgenomen gaswinning bij Ternaard, binnen de gebruiksruijtte blijft, zal het geomorfologische evenwicht en de sedimentbalans van de Waddenzee in stand blijven. Het hanteren van deze randvoorwaarde betekent dat geen effecten zullen optreden op de kenmerkende morfologische elementen en processen in de Waddenzee. In de hoofdstukken 7 en 8 worden de effecten van de bodemdaling op de Waddenzee beoordeeld.



*Figuur 4-2 Grafiek met de voorspelde belasting van de gebruiksruijtte voor de Voorgenomen gaswinning Ternaard (de blauwe lijn) voor het kombergingsgebied Borndiep. De rode lijn is de natuurgrens van 5 mm/jaar voor het Borndiep. De bovengrens van het lichtblauw gekleurde vlak geeft het zeespiegelstijgingsscenario TNO 2016. Het grijze vlak is de nog beschikbare gebruiksruijtte*

## 5 BEOORDELINGSKADER

### 5.1 Wet natuurbescherming

Natura 2000 is het netwerk van natuurgebieden in de Europese Unie, die worden beschermd op grond van de Vogelrichtlijn (1979) en de Habitatrichtlijn (1992). De richtlijnen bepalen welke typen natuur en soorten beschermd moeten worden. De EU-lidstaten hebben daarvoor speciale beschermingszones aangewezen en zijn verplicht instandhoudingsmaatregelen te nemen voor de bescherming van deze gebieden. De Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn zijn in Nederland geïmplementeerd in de Wet natuurbescherming (2017). Deze wet kent voor de bescherming van de Natura 2000-gebieden onder andere een vergunningenstelsel:

Voor het uitvoeren van een project is, indien aan de orde, een vergunningaanvraag noodzakelijk. Hierbij is een Passende beoordeling nodig waarin de effecten op Natura 2000-gebieden getoetst worden.

De wet laat het niet toe om een plan vast te stellen of zonder vergunning een project uit te voeren dat -gelet op de instandhoudingsdoelstellingen van een Natura 2000-gebied- de kwaliteit van de natuurlijke habitats of habitats van soorten in dat gebied kan verslechteren of een significant verstorend effect kan hebben op de soorten waarvoor dat gebied is aangewezen (art 2.7 lid 2). Wanneer het een project betreft dat niet direct verband houdt met, of nodig is voor het beheer van een gebied, en dat afzonderlijk of in cumulatieve significante gevolgen kan hebben voor een Natura 2000-gebied, wordt de vergunning niet verleend nadat uit een Passende beoordeling is gebleken dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet worden aangetast (art 2.7 lid 3 onder a en art 2.8 lid 1). Een uitzondering is een project dat een herhaling of voortzetting is van een ander project, of deel uitmaakt van een ander plan, waarvoor al een Passende beoordeling is gemaakt en een nieuwe Passende beoordeling geen nieuwe gegevens of inzichten op kan leveren (art 2.8 lid 2).

Wanneer de zekerheid dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet worden aangetast niet is verkregen, mag de vergunning alleen worden verleend wanneer er geen alternatieve oplossing is, er een dwingende reden van groot openbaar belang wordt gediend en er compenserende maatregelen worden getroffen (de ADC-toets) (art 2.8 lid 4). Wanneer er sprake is van significante gevolgen voor een prioritair habitat of prioritair soort en de dwingende reden van groot openbaar belang is een reden van sociale of economische aard, dient in aanvulling op de ADC-toets door de Minister van LNV een advies gevraagd te worden aan de Europese Commissie voordat de vergunning wordt verleend (art 2.8 lid 5). De te nemen compenserende maatregelen moeten onderdeel uitmaken van de vergunning voor het betreffende project (art 2.8 lid 7). Een eventueel in te richten compensatiegebied dient de status van Natura 2000-gebied te krijgen (art 2.8 lid 8).

### 5.2 Effecten van stikstofdepositie

Bij de aanleg van gaswinningsinstallaties in Ternaard (Fryslân) komt stikstof vrij die kan leiden tot een toename van depositie van stikstof in naburige Natura 2000-gebieden.

De effecten van deze toename van stikstofdepositie kunnen binnen de vigerende wet- en regelgeving niet langer beoordeeld worden op basis van het Programma Aanpak Stikstof (PAS), dat voorzag in ontwikkelingsruimte voor projecten die een toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden. De effecten door stikstofdepositie ten gevolge van het project Ternaard moeten daarom eigenstandig worden beoordeeld.

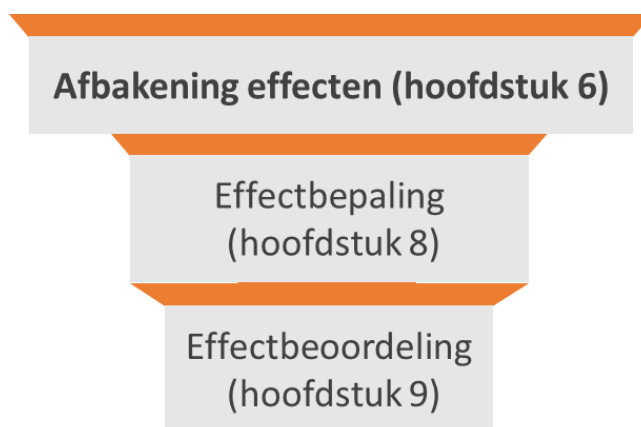
#### 5.2.1 Zelfstandige beoordeling stikstofdepositie

Nu niet langer een beroep gedaan kan worden op het PAS en de passende beoordeling van het PAS evenmin nog gebruikt kan worden, moet eigenstandige beoordeling van de stikstofdepositie plaatsvinden. In deze beoordeling wordt op ecologische gronden een onderzoek gedaan naar de eventueel optredende effecten van stikstofdepositie. Dit is de individuele projectbeoordeling stikstofdepositie. Deze individuele projectbeoordeling stikstofdepositie is onderdeel van deze passende beoordeling.



## 6 AFBAKENING EFFECTEN

In het voorgaande hoofdstuk staat het kader dat de Wet natuurbescherming geeft voor de beoordeling van de effecten van de gasboring en gaswinning Ternaard. In de hoofdstukken 6 en 8 wordt toegewerkt naar de beoordeling van de effecten. In het voorliggende hoofdstuk 6 vindt de eerste afbakening plaats van de effecten van de gasboring en gaswinning Ternaard. Hierbij wordt vastgesteld welke mogelijke effecten met zekerheid niet zullen optreden tijdens de gasboring en gaswinning Ternaard. Aan het einde van dit hoofdstuk 6 in paragraaf 6.3 rest een beperkt aantal effecten waar meer in detail naar dient te worden gekeken. Dat gebeurt vervolgens in Hoofdstuk 8, waar de effectbepaling wordt uitgevoerd.



### 6.1 Natura 2000

#### 6.1.1 Mogelijke effecten

De geplande boring en gaswinning en de hiervoor benodigde werkzaamheden leiden tot een aantal effecten op de omgeving en mogelijk ook op beschermde natuurwaarden. De werkzaamheden of processen die een effect kunnen hebben op natuurwaarden zijn opgenomen in Tabel 6-1, waarbij deze gekoppeld zijn aan zogenaamde storingsfactoren. Deze vertaling naar storingsfactoren is gemaakt omdat verschillende activiteiten tot dezelfde storingsfactor kunnen leiden, gelijktijdig kunnen optreden en elkaar daarbij ook kunnen versterken. Van habitattypen en soorten die in de Natura 2000-gebieden beschermd worden is bekend in welke mate ze gevoelig zijn voor storingsfactoren. Hierbij is gebruik gemaakt van de indeling uit de effectenindicator Natura 2000 (Ministerie van EZK, 2017). Deze is aangevuld met het onderdeel bodemdaling. De mogelijke gevolgen van bodemdaling zijn breed en omvatten meer dan één storingsfactor (oppervlakteverlies van wadplaten, vernatting van kwelders, wijziging sedimentsamenstelling, et cetera). De effecten van bodemdaling worden dan ook apart beschreven in paragraaf 6.2.6 Ook de gevolgen van het extra volume zandsuppleties zijn apart beschreven in paragraaf 6.2.7.

Tabel 6-1 Potentiële effecten per fase

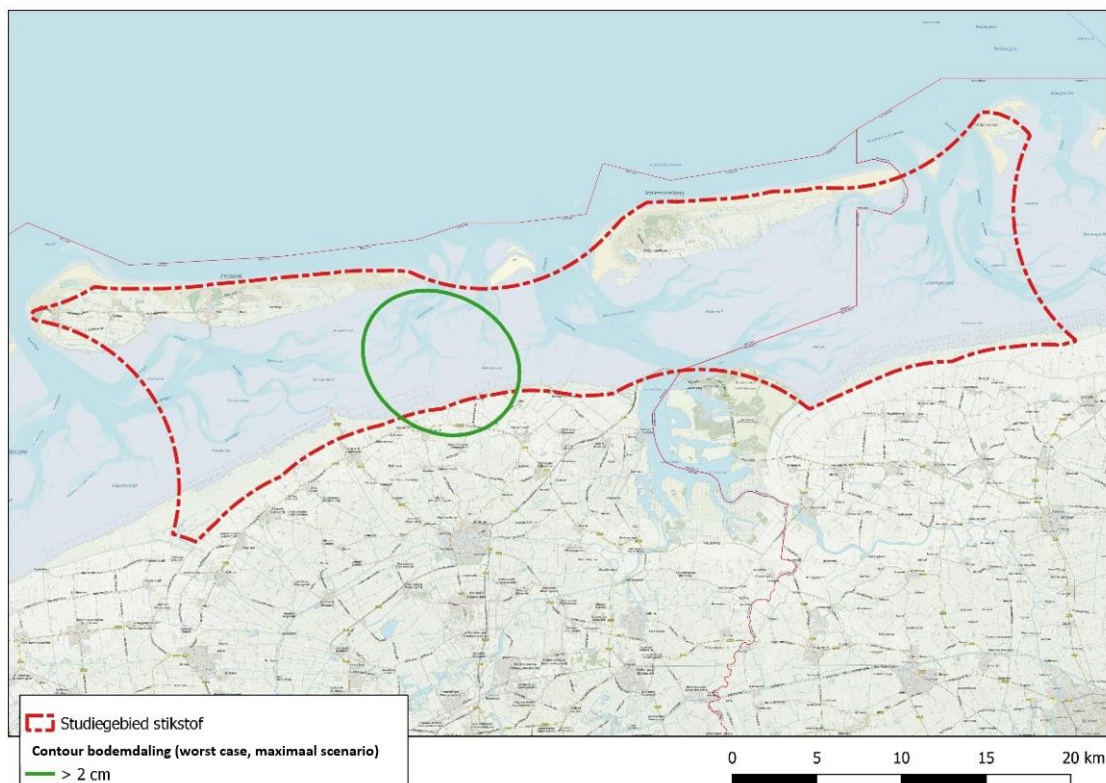
| Fase en activiteit                                | Verstoring door geluid | Verstoring door licht | Visuele verstoring | Oppervlakteverlies | Bodemdaling <sup>1</sup> | Verandering populatiedynamiek (sterfte) | Vermesting en verzuring | Verdroging en vernatting |
|---------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| <b>Aanlegfase</b>                                 |                        |                       |                    |                    |                          |                                         |                         |                          |
| Bouwrijp maken productielocatie                   | ●                      | ●                     | ●                  | ●                  |                          |                                         | ●                       |                          |
| Transport materieel                               | ●                      | ●                     | ●                  |                    |                          |                                         | ●                       |                          |
| Opbouw boorinstallatie en aanleg transportleiding | ●                      | ●                     | ●                  | ●                  |                          |                                         | ●                       | ●                        |
| Boren nieuwe put                                  | ●                      | ●                     | ●                  |                    |                          |                                         | ●                       |                          |
| Affakkelen                                        | ●                      | ●                     | ●                  |                    |                          | ●                                       | ●                       |                          |
| <b>Winningsfase</b>                               |                        |                       |                    |                    |                          |                                         |                         |                          |
| Gaswinning                                        |                        |                       |                    | ● <sup>1</sup>     | ●                        |                                         |                         | ● <sup>1</sup>           |
| Zandsuppleties                                    | ●                      | ●                     | ●                  | ●                  |                          | ●                                       | ●                       |                          |

<sup>1</sup> Deze mogelijke gevolgen van de gaswinning (bijvoorbeeld oppervlakteverlies van wadplaten, vernatting van kwelders en verandering sedimentsamenstelling) worden beschreven bij de effectketen van bodemdaling in paragraaf 6.2.6.

## 6.1.2 Studiegebied Natura 2000

Het studiegebied is het gebied waar effecten kunnen optreden als gevolg van de activiteit. De omvang hiervan wordt bepaald door de reikwijdte van de effecten.

Het studiegebied is groter dan het plangebied als gevolg van externe werking. Het studiegebied wordt voor wat betreft de morfologische effecten met name bepaald door de bodemdalingscontour en bestaat uit het noordelijke deel van Friesland, de Waddenzee ter hoogte van Ternaard en Wierum en het oostelijke deel van het Waddeneiland Ameland (Figuur 3-1). Het onderzoeksgebied voor verzuring en vermisting (stikstofdepositie) wordt bepaald door de reikwijdte van de stikstofdepositie. In onderstaande paragrafen wordt de daadwerkelijke reikwijdte van de verwachte effecten bepaald, de onderstaande afbeelding toont het studiegebied, met daarin aangegeven de contour van de berekende bodemdaling en de reikwijdte van de stikstofdepositie in de aanlegfase.



*Figuur 6-1 Studiegebied. In het studiegebied voor stikstofdepositie is alleen het gebied aangegeven waar depositie optreedt op Natura 2000-habitats en -leefgebieden waar sprake is van een (naderend) overbelaste situatie.*

Wanneer een effect reikt tot in een Natura 2000-gebied en op die plek leidt tot verslechtering en/of verstoring, is een nadere effectbeoordeling noodzakelijk. Indien geen sprake is van overlap tussen het effectbereik en beschermde waarden, is een verdere beoordeling niet aan de orde. Het betreffende effect komt dan ook niet terug in de effectbeoordeling. In het navolgende is dit voor alle mogelijke effecten beschreven.

## 6.2 Effecten en reikwijdte

### 6.2.1 Oppervlakteverlies tijdens aanleg

Het onderdeel oppervlakteverlies beperkt zich tot de directe effecten van de ingreep, oppervlakteverlies treedt alleen op gedurende de aanlegfase op het vasteland. De mogelijk afname van het areaal van wadplaten en kwelders als gevolg van bodemdaling worden in paragraaf 6.2.6 beschreven.

Oppervlakteverlies is een belangrijk effect, omdat het kan leiden tot afname van het areaal vegetaties of beschikbaar leefgebied. Dit kan leiden tot een afname van de draagkracht van een gebied (minder foerageerruimte, plekken om te rusten et cetera) en daarmee in potentie tot een verminderde fitheid van individuen (minder voedsel, minder rust, meer stress). En dit kan vervolgens weer doorwerken in een verminderd reproductiesucces, het verlaten van het gebied of een hogere mortaliteit. Uiteindelijk leidt dit tot een verkleining van de populatie. Door verkleining van leefgebied wordt een populatie kwetsbaar voor veranderingen ten gevolge van bijvoorbeeld predatie, extreme seizoensinvloeden of ziekten. Het is belangrijk dat functionele eenheden intact blijven. Voor habitattypen zijn ondergrenzen voor een duurzame oppervlakte bekend (Broekmeyer et al., 2005).

Omdat de productielocatie niet in een Natura 2000-gebied ligt, kan op voorhand gesteld worden dat van negatieve effecten, als gevolg van oppervlakteverlies, op de instandhoudingsdoelen van het Natura 2000-gebied Waddenzee geen sprake kan zijn.

De locatie ligt in intensief gebruikt agrarisch gebied. Dit vormt geen leefgebied van beschermde soorten. Ook wordt het terrein, na aanleg van de transportleiding, weer in oorspronkelijke staat hersteld, waardoor het alleen om een tijdelijk effect gaat. Het leidingtracé kruist wel diverse watergangen waar mogelijk lokaal (tijdelijke) dammen in aangelegd worden voor de transportleiding (indien niet onder de watergangen door geboord wordt). Het oppervlak van deze dammen is dusdanig klein ten opzichte van de totale lengte aan watergangen dat het verwaarloosbaar is. Ook zijn uit deze watergangen geen beschermde soorten bekend (NDFF, uitleesdatum februari 2017). Van aantasting van potentieel leefgebied is dan ook van geen sprake.

Gesteld wordt dat de fysieke ingreep nergens in beschermde natuurgebieden (Natura 2000) of leefgebieden van beschermde soorten plaatsvindt. Van negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen van Natura 2000-gebieden of de gunstige staat van instandhouding van soorten is hierdoor geen sprake. Een nadere beoordeling van oppervlakteverlies als gevolg van de aanleg is dan ook niet aan de orde. In paragraaf 6.2.6 wordt de mogelijke afname van het areaal van wadplaten en kwelders als gevolg van bodemdaling beschreven.

## 6.2.2 Verstoring tijdens aanleg

### Toelichting

Geluid, licht en visuele effecten (aanwezigheid en bewegingen van mensen, installaties en voertuigen) kunnen diersoorten verstoren. Deze verstoringen kunnen leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuele dieren, wat er vervolgens toe kan leiden dat dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie te ver achterblijft om een goede populatie in stand te houden of dat er een toename van sterfte plaatsvindt. Er kan gewinning aan verstoring optreden, in het bijzonder bij continue verstoring door bijvoorbeeld geluid (Broekmeyer *et al.*, 2005). Vaak treden verstoringen door geluid, licht en visuele effecten gelijktijdig op en is de specifieke oorsprong van stress en/of vluchtgedrag niet altijd goed te duiden.

Verstoring door licht, geluid of bewegingen kan alleen optreden in de aanlegfase door bijvoorbeeld bouwmachines en vrachtverkeer. Gedurende de winningsfase is nauwelijks sprake van emissies van geluid, licht of anderzijds bewegingen. Bovengronds is gedurende de winning slechts een kleine installatie aanwezig en de enige activiteit is een wekelijkse controle door een werknemer. Daarnaast vindt één á twee keer per jaar onderhoud plaats. Hiervoor wordt een installatie over de put geplaatst, waarna werkzaamheden verricht worden die tot doel hebben om zand dat in de put aanwezig is te verwijderen en hiermee de toestroming van gas te verbeteren. Deze aanwezigheid van een installatie en de verstoring door geluid, licht en beweging door het onderhoud zijn van dusdanig beperkte aard in omvang en duur, dat deze als niet relevant worden beschouwd en niet worden beoordeeld. Hieronder wordt de verstoring tijdens de aanlegfase door geluid, licht en visuele verstoring beschouwd.

### Geluid

#### Effectomschrijving

Belangrijke geluidsbronnen zijn hei- en bouwwerkzaamheden bij de aanleg, gebruik van voertuigen, boortoren en geluid afkomstig van het affakkelen. Voor de aanlegfase zijn de geluidsemissies afgezet tegen geluidseisen in het Bouwbesluit 2012. Om te voldoen aan het Bouwbesluit dient de geluidsemissie te voldoen aan een dagwaarde van 60 dB(A) en een langtijdgemiddeld beoordelingsniveau van 45 dB(A) in de avond- en 40 dB(A) in de nachtperiode. Voor de boorfase wordt vanuit het Barmm een geluidsbelasting onder de 60 dB(A) vereist<sup>9</sup>. Geluidsgolven verspreiden zich via de lucht, wat tot op een bepaalde afstand kan leiden tot (verhoging van de) geluidsbelasting, die tot verstoring van daar aanwezige dieren kan leiden. Activiteiten in en nabij het water kunnen leiden tot verhoging van de geluidsbelasting onder water, wat verstoring of gehoorbeschadiging bij zeedieren kan leiden. Omdat beide productielocaties op ruime afstand (> 750 meter) van de Waddenzee liggen, is alleen geluid dat door de lucht verplaatst relevant.

Bij het beoordelen van de effecten van verstoring door geluid is onderscheid gemaakt tussen verstoring door continue bronnen en verstoring door impulsgeluiden.

---

<sup>9</sup> Het gaat hierbij om gewogen gemiddelden, niet om waarden die voor verstoring van natuurwaarden toegepast worden.

Voor verstoring door continue geluidsbronnen in de verschillende projectfasen wordt de (gecumuleerde) 24-uursgemiddelde geluidscontour gebruikt. De geluidscontouren zijn op 1,5 meter en op 0,3 meter hoogte berekend. Voor op het wad levende soorten is vooral de 0,3 meter hoogte relevant, omdat dit op een vergelijkbare hoogte is als de lichaamsgrootte van op het wad aanwezige vogels en zeehonden. Uit de berekeningen blijkt dat buitendijks echter nauwelijks verschil is tussen de geluidbelastingen op 0,3 en 1,5 meter hoogte. Hier is dan ook geen onderscheid in gemaakt. Alle resultaten van geluidsberekeningen zijn in de vorm van contourkaarten opgenomen in Bijlage A.

Afhankelijk van de soort en het gedrag van de soort gelden de volgende drempelwaarden voor verstoring (Reijnen & Foppen, 1991<sup>10</sup>), buiten deze grenzen is verstoring uitgesloten:

- Broedvogels (van open gebied): 47 dB(A) op 30 cm hoogte.
- Foeragerende vogels: 51 dB(A) op 30 cm hoogte.
- Rustende zeehonden: 45 dB(A) op 30 cm hoogte.

Voor verstoring door impulsgeluiden, zoals die worden veroorzaakt door heiwerkzaamheden in de voorbereidingsfase, gelden andere drempelwaarden vergeleken met continue bronnen, omdat de aard van de geluidsbelasting ander is (hoge, maar korte pieken). Hiervoor is de L<sub>Amax</sub> berekend. Over de gevoeligheid van dieren voor impulsgeluiden is niet veel literatuur beschikbaar. In twee, al wat oudere, studies zijn de effecten van knalgeluiden onderzocht:

- Effecten van schietoefeningen vanaf Fort Erfprins op natuurwaarden in het zeegat van Texel. (Smit et al, 2007).
- Vuurwerk en Natuur, effecten van evenementenvuurwerk op beschermde natuurwaarden in Zeeland (Van Apeldoorn & Smit, 2006).

Beide rapporten geven een inschatting van de effecten van knalgeluid (schietoefeningen resp. vuurwerk) op onder meer vogels. Daarbij wordt een vrij breed overzicht gegeven van de op dit punt beschikbare literatuur.

Als eerste wordt geconstateerd dat er geen onderzoek bekend is waaruit algemene drempelwaarden of andere algemeen geldende vuistregels voor de effecten van knalgeluid kunnen worden afgeleid. De meeste studies geven afstanden vanaf de bron aan tot waarop effecten (uitgedrukt in opvliegen, over de grond verplaatsen, onrust) merkbaar zijn. Zelden worden daarbij bronniveaus of geluidsniveaus genoemd op de locatie waar het effect wordt waargenomen. Doordat deze gegevens ontbreken kunnen moeilijk drempelwaarden of vuistregels worden opgesteld. Opvallend is dat auteurs van beide rapporten geen bindende uitspraken durven doen over de effecten van de onderzochte schietoefeningen en vuurwerkevenementen bij gebrek aan voldoende gegevens.

Over de specifieke effecten van impulsgeluid als gevolg van heien op (water)vogels is eveneens zeer weinig bekend, wat het trekken van wetenschappelijk onderbouwde conclusies over de effecten van heien bemoeilijkt. Onderzoek in Engeland wees uit dat er weinig reactie van vogels was op geluid van heien met geluidsvolumes tot 84 dB(A) (Institute of Estuarine & Coastal Studies, 2009). De situaties waar wel verstoring optrad waren gecorreleerd met visuele verstoring door aanwezigheid van mensen (Institute of Estuarine & Coastal Studies, 2009). Omdat de werkzaamheden achter de dijk van de Waddenzee plaatsvinden, treedt een dergelijke visuele verstoring voor de vogels in de Waddenzee niet op. Verder moet bedacht worden dat de heiwerkzaamheden voor de gaswinning Ternaard slechts van korte duur zijn (tien tot vijftien dagen), waardoor geen sprake is van een permanent effect of een effect dat een heel seizoen duurt. Na afronding is het gebied in de omgeving weer geschikt voor vestiging.

Uit bovengenoemde onderzoeken worden de volgende algemene conclusies getrokken, die van toepassing zijn op het beoordelen van de effecten van heien op de productielocatie:

- Een drempelwaarde van 60 dB(A) lijkt een reële waarde voor de worst-case situatie (uit onderzoek blijkt geen effect bij meer dan 60, wel effect bij 100 dB(A)). Aangenomen wordt dat bij knalgeluiden van meer dan 60 dB(A) een reactie bij foeragerende, rustende en broedende vogels waargenomen zal worden.
- Bij herhaald terugkerende drempeloverschrijdende knallen kan langdurige of min of meer permanente mijding van het verstoorte gebied optreden. Bij welke frequentie dit optreedt, valt niet met zekerheid te zeggen; een expert-judgement is dat bij wekelijks optredende drempeloverschrijdende knallen er langdurige mijding van 1 à 2 dagen door een deel van de foeragerende en rustende vogels op zal treden.

<sup>10</sup> Dit onderzoek geldt specifiek voor autoverkeer op snelwegen, waarin een correlatief verband is aangetroffen (hoe meer geluid, hoe minder vogels). Bij industrie gaat het om bronnen die niet bewegen. Mogelijk leidt dit tot meer gewinning (Broekmeyer et al, 2005).



Bij meer frequente drempeloverschrijdende knallen wordt min of meer permanente mijding door een deel van de rustende en foeragerende vogels verwacht. Nestverlating van broedende vogels wordt eveneens verwacht.

#### *Effectbereik*

Voor het MER ten behoeve van de gaswinning Ternaard is een modelberekening gedaan voor locatiealternatief L1 (bestaande productielocatie tegen de kern aan). Omdat de gekozen productielocatie (L2) op een vergelijkbare afstand tot aan de Waddenzee ligt, gelden dezelfde afstanden qua reikwijdte en verwacht effect eveneens voor onderhavige effectbeoordeling.

Uit deze geluidberekeningen van de verschillende fases blijkt dat de 45 dB(A)<sub>24eq</sub>-contour van de aanleg van zowel de productielocatie als de transportleiding tot maximaal 150 meter reikt vanaf de bron (Bijlage A). De 45 dB(A)<sub>24eq</sub>-contour van de boring (ook onderdeel van aanleg) reikt tot circa 300 meter vanaf de bron.

De LA<sub>max</sub> 60 dB(A)-contour van de heiwerkzaamheden ligt op circa 700 meter van de bron, tegen de Waddenzeedijk aan, maar reikt niet over de kwelders of het wad (Bijlage A). Tevens liggen ter hoogte van Ternaard binnendijks geen belangrijke hoogwatervluchtplaatsen (Ministerie van I&M, 2016a).

Gesteld kan worden dat drempelwaarden van geluidsverstoring nergens reiken tot in Natura 2000-gebieden. Van negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen van het Natura 2000-gebied Waddenzee is dan ook geen sprake. Een verdere effectbepaling en -beoordeling van geluidsverstoring is daarom niet aan de orde.

#### **Licht**

Bij de effecten van licht moet onderscheid worden gemaakt tussen gevolgen voor de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant voor natuur, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten niet uitgesloten kunnen worden boven de drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar, 2003).

De 0,1 lux-grens van zowel de aanlegwerkzaamheden van de productielocatie als van de transportleiding naar Moddergat ligt op circa 115 meter vanaf de grens van de werklocaties. Dit is inclusief het lichteffect van affakkelen. Overigens is de verwachting dat werkzaamheden voor de transportleiding alleen overdag plaats vinden, zodat dit geen verstoring door licht zal veroorzaken. De verlichtingsgrens van 0,1 lux reikt niet tot in een Natura 2000-gebied. Ook zijn binnen de contour geen belangrijke hoogwatervluchtplaatsen aanwezig (Wiersma en Van Dijk, 2009; Ministerie van I&M, 2016a). Omdat de aanlegwerkzaamheden achter de zeedijk plaatsvinden, is de zichtbaarheid van de verlichting vanaf de Waddenzee beperkt.

De drempelwaarden voor lichtverstoring (0,1 lux) reikt niet tot in Natura 2000-gebieden. Van negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen van Natura 2000-gebieden of de gunstige staat van instandhouding is hierdoor geen sprake. Een nadere effectbepaling en -beoordeling van licht is dan ook niet aan de orde.

#### **Visuele verstoring**

Een toename van visuele verstoring kan optreden door de plaatsing van de boorinstallatie of verkeersbewegingen bij de aanleg van de transportleiding. Voor het bepalen van de reikwijdte wordt uitgegaan van een bij eerdere onderzoeken vastgestelde maximale verstoringsafstand bij een soort(groep). Van boorinstallaties zijn geen specifieke gegevens bekend. Van hoogspanningsmasten wordt voor veel vogelsoorten uitgegaan van 150 meter en voor kritische soorten van open gebieden (weidevogels) wordt een afstand van 200-300 meter aangehouden (Ballasus & Sossinka, 1996, Steinborn et al., 2011 en Voslamber & Liefing, 2011). Daarnaast kan verstoring optreden als gevolg van de bewegingen van mensen. In Krijgsveld et al (2008) wordt voor soorten van open gebieden (ganzen en steltlopers) afstanden tot 300 meter genoemd. Als maximale afstand wordt hier 300 meter aangehouden, gezien dat de soorten die in de periferie van het gebied bij Ternaard aanwezig zijn en die aangewezen zijn voor het Natura 2000-gebied Waddenzee vooral soorten van open gebied zijn.

De locatie ligt op circa 750 meter afstand van de Waddenzee. Van visuele verstoring van aangewezen waarden van de Waddenzee kan hierdoor geen sprake zijn. Dit geldt ook voor de transportleiding, het tracé ligt op minimaal 800 meter afstand van de Waddenzee. Ten opzichte van de Waddenzee vinden de werkzaamheden bovendien achter de Zeedijk plaats, waardoor van verstoring door beweging of

aanwezigheid van mensen en materieel niet optreedt. Ook zijn binnen de contour geen belangrijke hoogwatervluchtplaatsen aanwezig (Wiersma en Van Dijk, 2009; Ministerie van I&M, 2016a).

Gesteld wordt dat visuele verstoring niet kan optreden omdat de werkzaamheden buiten de verstoringafstand plaatsvinden en tussen de projectlocatie en de Waddenzee een hoge zeedijk ligt die het zicht ontnemt. Van negatieve effecten op instandhoudingsdoelen van Natura 2000-gebieden is hierdoor geen sprake. Een nadere effectbepaling en -beoordeling van visuele verstoring is dan ook niet aan de orde.

## 6.2.3 Verandering populatiedynamiek (sterfte) tijdens aanleg

### *Effectomschrijving*

Een verandering van de populatiedynamiek<sup>11</sup> is geen op zichzelf staand effect. De veranderingen in populatiedynamiek hangen samen met invloeden van de voorgenomen activiteit op het sterftecijfer of de mortaliteit van soorten. Wanneer de mortaliteit onder dieren groot is als gevolg van deze invloeden, dan heeft dit mogelijk een effect op de omvang van de populatie. De norm die gebruikt wordt om de significantie van dit effect te beoordelen is de 1%-mortaliteitsnorm.

Wanneer sterfte als gevolg van de plannen hoger is dan 1% van de autonome sterfte binnen de populatie, zijn significante effecten op de populatie niet zonder meer uit te sluiten. Zie voor een meer uitgebreide uitleg van de 1%-mortaliteitsnorm Kader 1.

Bij de gaswinning in Ternaard zou door het affakkelen in de aanlegfase sterfte kunnen optreden onder vogels en dit zou door kunnen werken in veranderingen in de populatiedynamiek van soorten. In de gebruiksfase wordt niet afgefakkeld en treden geen effecten op via veranderingen in de populatiedynamiek. De locatie en de fakkels liggen buiten het Natura 2000-gebied Waddenzee ligt. Slachtoffers onder vogels kunnen ook soorten betreffen met een instandhoudingsdoel in de Waddenzee.

### **Kader 1 De 1%-mortaliteitsnorm**

De 1%-norm voor additionele sterfte (1%-mortaliteitsnorm) is een door de Raad van State geaccepteerde toetsingsnorm voor het beoordelen van sterfte onder vogels door windturbines. Per vogelsoort wordt de gemiddelde jaarlijkse sterfte bepaald voor het betreffende gebied:

$1\% \text{ mortaliteitsnorm} = \text{jaarlijkse sterfte in Natura 2000-gebied} \times \text{draagkracht Natura 2000-gebied} \times 0,01$

De jaarlijkse sterfte is gebaseerd op de soortspecifieke data op [www.bto.org](http://www.bto.org) met betrekking tot de jaarlijkse overleving. Indien er als gevolg van de activiteit minder dan 1% van de autonome sterfte optreedt, wordt niet gesproken over een significant negatief effect. Wanneer wel een overschrijding plaatsvindt, dan kan een nadere analyse noodzakelijk zijn om de relatie nader te onderzoeken.

Deze "1%-mortaliteitsnorm" wordt algemeen in Nederland toegepast om de significantie van een ingreep die sterfte tot gevolg heeft te bepalen. In de "Leidraad bepaling significantie" van het Steunpunt Natura 2000 (2010) wordt deze norm ook genoemd als een bruikbaar instrument om de significantie van een ingreep te bepalen. De 1%-mortaliteitsnorm is ontwikkeld door het ORNIS-comité (een groep vogel-experts die door de Europese Commissie als gezaghebbend wordt gezien) en is in verschillende gevallen door de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State als zodanig erkend, zie bijvoorbeeld de uitspraak van 1 april 2009 (zaaknummer ECLI:NL:RVS:2009:BH9250), een zaak die specifiek op sterfte veroorzaakt door windturbines betrekking had.

### *Effectbereik*

De duur van het affakkelen hangt sterk af van hoe de clean-up aan het einde van de aanlegfase verloopt. In de beoordeling is uitgegaan van een standaard affakkelperiode bij een test van drie maal 8 uur verdeeld over 36 uur en éénmaal 24 uur continu.

<sup>11</sup> De storende factor verandering in populatiedynamiek treedt op indien er een direct effect is van een activiteit op de populatie-opbouw en/of populatiegrootte. Er wordt hier vooral gedoeld op de situatie wanneer sprake is van sterfte van individuen.

Het exacte moment van ontbranden van de fakkel is vooraf niet goed te voorspellen; de vlam ontstaat vrij plotseling. Hierdoor bestaat een zeer kleine kans dat één of enkele vogels tijdens het affakkelen in de vlam terecht komen en sterven. Wanneer er eenmaal sprake is van een vlam, vormt deze geen risico meer voor vogels. In tegenstelling tot effecten bij een boorplatform op zee, is uitputting van vogels die 's nachts door het licht van de vlam worden aangetrokken en rond blijven zwermen, bij een productielocatie op land geen knelpunt omdat in de omgeving voldoende land-, rust- en foerageerplekken beschikbaar zijn. Dit betekent dat er slechts enkele malen kortstondig een risico is, namelijk op het moment van ontstaan van de vlam bij het affakkelen.

Wanneer rekening wordt gehouden met het aantal keer affakkelen en de locatie ten opzichte van de Waddenzee, is de kans dat een vogel sterft in de vlam nihil. Het aantal potentiële slachtoffers is dusdanig klein, dat dit als niet meetbaar beschouwd wordt. Het inzetten van bijvoorbeeld een vogelwachter biedt door de zeer korte tijd dat slachtoffers kunnen vallen geen meerwaarde en is niet nodig.

Van de vogelsoorten die in de Waddenzee leven, lopen vooral soorten die ook gebruik maken van het binnendijkse gebied risico op dit incidenteel effect. Dit zijn vooral de soorten die in de Waddenzee broeden of rusten en in het binnenland foerageren. Van de broedvogels zijn dit bruine kiekendief en velduil, van de niet-broedvogels vooral plantenetende soorten als diverse soorten ganzen, kleine zwaan en smient. De broedvogels komen in de omgeving van Ternaard in zeer lage dichtheden voor, het risico op een incident met de fakkel is voor deze soorten nihil. Ganzen, zwanen en eenden (smienten) die in het binnenland foerageren vliegen in groepen. Het risico op een incident bij het ontsteken van de fakkel is voor deze groepen iets groter.

De combinatie van het beperkt aantal malen dat gefakkeld wordt, de lage dichtheid van langs vliegende vogels en het lage aantal van eventuele slachtoffers maakt het risico op overschrijden van de 1%-mortaliteitsnorm voor één van de betrokken soorten verwaarloosbaar klein.

Op voorhand kan gesteld worden dat de 1%-mortaliteitsnorm van geen enkele soort overschreden zal worden door een incidenteel en individueel sterfgeval. Van negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen van het Natura 2000-gebied Waddenzee, of de gunstige staat van instandhouding is dan ook geen sprake. Een bepaling en beoordeling van de effecten van sterfte door affakkelen is daarom niet nodig.

## 6.2.4 Verzuring en vermesting

Verzuring en vermesting als gevolg van stikstofdepositie zijn hoofdzakelijk relevant in de aanlegfase (inclusief proefboring) en de fase van afbouw. In de gebruiksfase zal nauwelijks sprake zijn van relevante emissie van stikstof, omdat deze alleen tijdens onderhoud in beperkte mate op zal treden. De omvang van de emissie in de aanlegfase is bekend en de depositie die dit veroorzaakt is bekend. Depositie tijdens onderhoud en ten gevolge van de afbouw na beëindiging van de gaswinning kunnen nu nog niet bepaald worden omdat deze pas in de (verre) toekomst plaats zullen vinden. Op basis van de aard van de werkzaamheden en het feit dat het te gebruiken materieel in de toekomst zeker emissie-arm zal zijn dan vandaag de dag, is het wel zeker dat de emissies bij onderhoud en afbouw lager zullen zijn dan in de aanlegfase. Dat betekent dat wanneer wordt geconcludeerd dat de depositie in de aanlegfase niet zal leiden tot significante gevolgen, deze conclusie zeker ook zal gelden voor het toekomstig onderhoud en de afbouwfase. Om die reden is in deze beoordeling alleen ingegaan op de effecten tijdens de aanleg.

Verzuring van bodem of water is een gevolg van depositie ten gevolge van de uitstoot (emissie) van vervuilende gassen door bijvoorbeeld industrie en verkeer. De uitstoot bevat onder andere zwaveldioxide ( $\text{SO}_2$ ), stikstofoxide ( $\text{NO}_x$ ), ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) en vluchtige organische stoffen (VOS). Deze stoffen komen via lucht of water in de grond terecht en leiden tot het zuurder worden van het biotische milieu. Vermesting is de letterlijke verrijking van ecosystemen met name met stikstof en fosfaat. Het kan gaan om aanvoer door de lucht (droge en natte neerslag van ammoniak en stikstofoxiden) of nitraat- en fosfaataanvoer door het oppervlakte- of grondwater. De effecten van beide zijn niet altijd te scheiden, omdat een deel van de verzurende stoffen ook vermestend werkt (aanvoer van stikstof). Vermesting en verzuring kan zowel effect hebben op habitattypen als op het leefgebied van habitatrictlijnsoorten.

Emissies zijn alleen aan de orde gedurende de aanlegfase, tijdens de winningsfase is geen sprake van relevante emissies en depositie. De aanlegfase kan verdeeld worden over de productielocatie en het transportleidingtracé en bestaat hoofdzakelijk uit bouwverkeer en -machines.

Ten behoeve van het onderdeel verzuring en vermesting als gevolg van stikstofdepositie, is de depositie als gevolg van de aanlegwerkzaamheden onderzocht door de stikstofemissies te berekenen. De berekeningen zijn uitgevoerd met het hiervoor ontwikkelde model AERIUS, versie 2020. De effecten van stikstof worden beoordeeld voor de stikstofgevoelige natuurwaarden (habitattypen en leefgebieden van soorten) binnen Natura 2000-gebieden.

Uit de AERIUS-berekening (zie voor een beschrijving van de uitgangspunten Bijlage B, zie ook Figuur 6-1) blijkt dat het gebied met een toename van stikstofdepositie reikt tot in de Natura 2000-gebieden Waddenzee, Duinen Schiermonnikoog, Noordzeekustzone, Duinen Ameland en Groote Wielen. Voor deze gebieden wordt dan ook onderzocht wat de mogelijkheden zijn om deze depositie te mitigeren of salderen en beoordeeld of de resterende stikstofdepositie leidt tot negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen van dit Natura 2000-gebied. De resterende depositie treedt tijdelijk op en is zeer laag. Onderstaande tabel en afbeelding tonen de depositie op de genoemde gebieden. De mogelijkheden voor mitigatie en saldering zijn beschreven in hoofdstuk 8. De in onderstaande tabel en figuur getoonde depositie is de ongesaldeerde depositie zoals die worst case op zal treden bij uitvoering van de boring en de aanleg van de transportleiding.

Tabel 6-2 Tijdelijke depositie (maximaal en op overbelaste delen Natura 2000-gebieden; Depositie in mol N/ha).

| Natura 2000-gebied     | Maximale depositie<br>[mol N/ha] | Depositie op<br>overbelast gebied<br>[mol N/ha] |
|------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------|
| Waddenzee              | 0,24                             | 0,10                                            |
| Duinen Schiermonnikoog | 0,03                             | 0,03                                            |
| Noordzeekustzone       | 0,02                             | 0,02                                            |
| Duinen Ameland         | 0,01                             | 0,01                                            |
| Groote Wielen          | 0,01                             | 0,00                                            |





Figuur 6-2 Depositie N (mol/ha) op stikstofgevoelige habitats in de omliggende Natura 2000-gebieden. De depositie op het Natura 2000-gebied Groote Wielen betreft één hexagoon, omwille van de zichtbaarheid is het betreffende hexagoon omcirkeld.

### 6.2.5 Verdroging en vernatting tijdens aanleg

Verdroging kan optreden wanneer voor de bouw tijdelijke bronbemaling toegepast wordt. Daarnaast kan de aanwezigheid van objecten onder de grond van invloed zijn op de freatische grondwaterstromingen en grondwaterstanden.

De gevolgen voor de waterbeweging in buitendijks gelegen gebieden (Waddenzee: kwelders en platen) door veranderingen in de (hydro)morfologie als gevolg van bodemdaling, zijn beschreven onder in paragraaf 6.2.6 Bodemdaling. Tijdens de gaswinning kan de bodemdaling binnendijks leiden tot verdroging of vernatting. Onder het vasteland van Friesland, buiten het Natura 2000-gebied Waddenzee, kan een bodemdaling optreden van maximaal enkele centimeters. Deze daling valt binnen de marge van het te hanteren waterpeil in de polders, waardoor geen peilwijziging uitgevoerd zal worden. Per saldo is door de bodemdaling sprake van vernatting. Voor eventueel aanwezige vogels die gebruik maken van de polder als hoogwatervluchtplaats kan de vernatting een positief effect hebben doordat meer plas-drasomstandigheden ontstaan en de voedselbeschikbaarheid verbetert. Doordat het gebruik van de percelen, als gevolg van het plan, echter niet wijzigt en dit hoofdzakelijk agrarisch is, zal van een daadwerkelijke kwaliteitsverbetering niet snel sprake zijn. Omdat verdroging en vernatting tijdens de winning niet leidt negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen van het Natura 2000-gebied Waddenzee, of de gunstige staat van instandhouding, wordt deze verstoring tijdens de winning niet nader beoordeeld.

Voor de realisatie van de productielocatie en het aanleggen van de transportleiding is tijdelijke bemaling nodig. Hierdoor daalt de grondwaterstand lokaal licht in de directe omgeving van de locatie. Als gevolg hiervan ontstaat mogelijk tijdelijk een vochttekort bij grondwaterafhankelijke vegetaties. Daarnaast treden er veranderingen op doordat de aard en de beschikbaarheid van voedingsstoffen veranderen. Doordat de doorluchting van de bodem toeneemt, wordt meer organisch materiaal afgebroken. Op deze manier kan verdroging tevens tot vermessing leiden. Bij vernatting is er sprake van hogere grondwaterstanden en/of kwel



door menselijk toedoen (dit kan ook door het dalen van de bodem). Door verdroging en vernatting kan een gebied ongeschikt worden voor planten en dieren en zo leiden tot veranderingen in de soortensamenstelling en uiteindelijk in het aanwezige habitat (Broekmeyer et al., 2005). Binnendijks heeft de tijdelijke bemaling alleen een potentieel effect op lokaal aanwezige flora en fauna. Omdat het voor de productielocatie en het transportleidingtracé hoofdzakelijk intensief agrarisch in gebruik zijnde percelen betreft, komen beschermde soorten die afhankelijk zijn van natte omstandigheden hier niet voor.

Wijzigingen in grondwaterstand beperken zich tot het (grondwater van het) binnendijkse gebied. Dit betreft gebied dat niet als Natura 2000-gebied begrensd is. Gezien de afstand van de locatie en het transportleidingtracé tot aan het Natura 2000-gebied Waddenzee zijn effecten als gevolg van deze tijdelijke daling uit te sluiten. Van negatieve effecten, als gevolg van verdroging of vernatting, op natuurlijke kenmerken van Natura 2000-gebieden is hierdoor geen sprake. Een nadere effectbepaling en -beoordeling van verdroging en vernatting is dan ook niet aan de orde.

## 6.2.6 Bodemdaling tijdens winning

De gaswinning leidt tot een daling van de diepe ondergrond. In hoofdstuk 3 is beschreven hoe deze bodemdaling van de diepe ondergrond doorwerkt op de ligging van de wadbodem en de kwelders. Van het winningsscenario zijn bodemdalingsschotouren berekend (Figuur 3-10 en Figuur 6-1). De verschillende bodemdalingsschotouren uit het winningsplan zijn gebruikt voor de ruimtelijke afbakening van de effecten. Hieruit blijkt dat binnen het Natura 2000-gebied Waddenzee een daling op zal treden. Bij de verschillende bodemdalingsschotouren uit het winningsplan ligt de noordelijke grens van de verwachte bodemdaling ten zuiden van het eiland Ameland, ook bij de meest noordelijk gelegen bodemdalingsschotel. Het grootste deel van de bodemdaling die in de loop van de tijd optreedt in de diepe ondergrond, ligt onder het kombergingsgebied van het Pinkegat. Een klein deel ligt onder het kombergingsgebied van het Borndiep. Daarmee is de reikwijdte van de bodemdaling in de Waddenzee de kombergingsgebieden Pinkegat en Borndiep. De kombergingsgebieden strekken zich uit vanaf de Friese vastelandsdijk tot aan de Waddenzeedijk op Ameland en omvatten de droogvallende platen en de getijdegeulen.

De beide kombergingsgebieden omvatten ook de kwelders, maar deze maken niet allemaal deel uit van het studiegebied. Van de kwelders binnen de twee kombergingsgebieden maken alleen de kwelders waaronder bodemdaling zou kunnen optreden deel uit van het studiegebied. Het studiegebied omvat het kwelderfragment bij 'Skoar en het kwelderfragment de Kromme Horne bij Wierum (Figuur 3-6). Het studiegebied omvat niet de kwelders ten oosten van de veerdam Ameland en de eilandkwelder van Ameland. Ook de 2 cm contour van de bodemdalingsschotel van meest noordelijk gelegen bodemdalingsschotel uit het Winningsplan (NAM, 2019) ligt ten zuiden van de kwelderrand van het Neerlands Reid en de Hon op Ameland. Wel is bij die bodemdalingsschotel sprake van overlap met het hoge wad aan de oostzijde van de Hon. Dit gebied is dermate hoog dat hier pioniervegetatie kan vestigen. Dit gebied maakt wel onderdeel uit van het studiegebied.

Het functioneren van het ecosysteem in de Waddenzee wordt in sterke mate bepaald door de abiotische condities, zoals de bodemligging, de waterbeweging en de sedimentsamenstelling. Mogelijke effecten door bodemdaling zijn wijzigingen van de bodemsamenstelling (sediment en dichtheid), veranderingen in oppervlak of ligging van droogvallende platen of wijzigingen van oppervlak of samenstelling van kwelders (verlaging, afkalving). Wijzigingen in oppervlak of samenstelling van droogvallende platen kunnen bijvoorbeeld een effect hebben op de beschikbaarheid of bereikbaarheid van voedsel voor steltlopers. Een afname van het kwelderoppervlak kan leiden tot een afname van (potentieel) beschikbaar broedgebied.

Voor de voorliggende Passende beoordeling is als randvoorwaarde gehanteerd dat de gaswinning Ternaard binnen de beschikbare gebruiksruimte van de Waddenzee plaatsvindt, door het toepassen van de HadK-systematiek (zie hoofdstukken 3 en 4). In Hoofdstuk 8 zal worden beoordeeld wat de effecten zijn van bodemdaling op de hydromorfologie van de Waddenzee, met inachtneming van het hanteren van de randvoorwaarde van gaswinning binnen de beschikbare gebruiksruimte.

## 6.2.7 Extra volume zandsuppleties tijdens winning

### Procedureel

In paragraaf 3.3.8 is beschreven hoe de bodemdalingsschotel van de gaswinning na verloop van tijd geheel opgevuld zal worden met sediment uit de kustzone. Dit betekent een extra sedimentverlies voor de kustzone en hiervoor geldt, in het vigerende kustbeleid, dat dit zal worden aangevuld met zandsuppleties. Het zand voor deze suppleties zal buiten de grenzen van het kustfundament gewonnen worden, dat wil zeggen op waterdieptes groter dan -20 m op de Noordzee. De inbedding van het extra volume aan zandsuppleties in de voorliggende Passende beoordeling sluit aan bij de wijze waarop dit bij de gaswinning Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen heeft plaatsgevonden. Rijkswaterstaat is de initiatiefnemer voor alle zandsuppleties aan de Nederlandse kust, omdat deze suppleties worden uitgevoerd vanwege de wettelijke taken in het kader van de Waterwet. Door Rijkswaterstaat wordt, bij zandsuppleties die worden uitgevoerd vanwege de kustlijnzorg in het kader van de Waterwet, een deel van het suppletievolume geormerkt als extra volume voor de gaswinning Ternaard.

Voor de uitvoering van de zandsuppleties dient aan alle wettelijke vereisten (vergunningen, ontheffingen) te worden voldaan. Vanuit de Wet natuurbescherming dient vastgesteld te worden of de betreffende zandsuppletie kan worden aangemerkt als een activiteit die is vrijgesteld van de vergunningplicht onder specifieke voorwaarden, vanwege het Natura 2000-beheerplan Noordzeekustzone voor de periode 2016-2022 (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2016b; of een opvolger daarvan). Voor het extra volume van de zandsuppleties voor gaswinning geldt geen vrijstelling onder specifieke voorwaarden op basis van het vigerende Natura 2000-beheerplan Noordzeekustzone. Voor dit extra volume zandsuppletie vanwege gaswinning dient de zekerheid te worden verkregen dat dit de kwaliteit van de natuurlijke habitats of habitats van soorten in het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone niet kan verslechteren of een significant verstorend effect kan hebben op de soorten waarvoor dat gebied is aangewezen. Het effect van het benodigde extra volume aan zandsuppletie vanwege de gaswinning Ternaard maakt daarom deel uit van de voorliggende Passende beoordeling.

Het vigerende programma voor de zandsuppleties van Rijkswaterstaat loopt tot en met 2019 en het nieuwe landelijke suppletieprogramma, met een verwachte looptijd van vijf jaar, is nog niet vastgesteld. De bodemdaling door de gaswinning Ternaard en de daarbij behorende zandsuppleties hebben een grotere tijdshorizon, die doorloopt tot tenminste 2050. Op het moment van het opstellen van deze Passende beoordeling is het niet mogelijk om exact vast te stellen wanneer en welk extra volume voor de bodemdaling bij welke zandsuppletie van Rijkswaterstaat zal worden uitgevoerd, omdat de planning van de zandsuppleties door Rijkswaterstaat een tijdshorizon heeft die tot maximaal zes jaar voortuit kijkt. In deze Passende Beoordeling is het daarom niet mogelijk om vast te stellen wanneer (jaar, seizoen), op welke locatie (tussen welke strandpalen op Ameland), wat voor type (strandsuppletie, onderwatersuppletie, buitendeltasuppletie) en met wat voor schip of schepen de suppleties worden uitgevoerd. Het betreft immers een periode van tientallen jaren (zie figuur 6-1). Dit soort informatie over de uitvoering per suppletie is wel nodig voor het vaststellen van de natuureffecten. Rijkswaterstaat stelt elke 3 tot 5 jaar het landelijke meerjarige suppletieprogramma vast, op basis van meetgegevens van de ontwikkeling van de kust. Nadat het volgende landelijke programma is vastgesteld, zal worden gekeken bij welke suppletie(s) het extra zandvolume voor de bodemdaling door de gaswinning Ternaard, wordt toegevoegd. Omdat dan duidelijk is waar en wanneer de uitvoering van de betreffende suppletie(s) is voorzien, kan dan worden vastgesteld wat de effecten zijn van het suppleren van het extra volume zand op de beschermde Natura2000-gebieden. Dit zal worden herhaald na het vaststellen van de opeenvolgende landelijke suppletieprogramma's. Op basis van de frequentie waarmee in het verleden suppleties op Ameland zijn uitgevoerd, wordt verwacht dat iedere drie tot zes jaar sprake zal zijn van een suppletie waar het extra zand aan kan worden toegevoegd. In de voorliggende Passende beoordeling wordt gewerkt met een scenario voor de toekomstige zandsuppleties van Rijkswaterstaat, dat is gebaseerd op de uitvoeringspraktijk van 2001 tot heden. In deze periode heeft de uitvoering van de zandsuppleties plaatsgevonden volgens het vigerende beleid voor de kustlijnzorg.

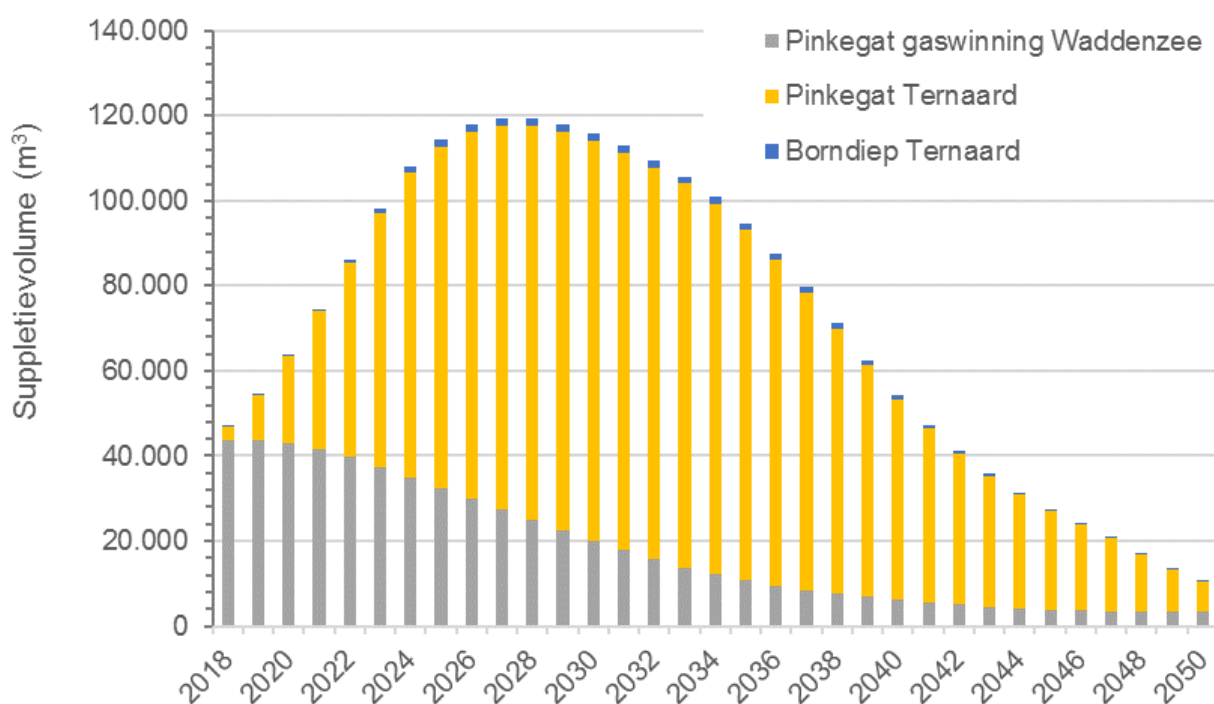
### Omvang

De zandsuppleties omvatten het winnen van het zand in de wingebieden op de Noordzee, het transport van zand van de wingebieden naar de suppletielocaties en het aanbrengen van het zand op de vooroever. De ecologische impact van zandsuppleties worden voor een deel bepaald door de bedekking van het bodemleven met zand. De bedekking leidt tot het afsterven van de bodemfauna en dit betekent dat ook alle

dieren die prederen op dit bodemleven de effecten kunnen merken. Andere ecologische effecten van zandsuppleties treden op door de vertroebeling van de waterkolom, de eventuele verandering van de korrelgrootte van het substraat en verstoring door de aanwezigheid van de schepen en het andere materieel voor het uitvoeren van de suppletie.

De omvang van het benodigde extra volume aan zandsuppletie wordt bepaald door de omvang van de bodemdaling door gaswinning. De omvang van deze afname is gelijk aan de omvang van de bodemdaling onder de geulen en platen in de kombergingsgebieden in de Waddenzee, minus de bijdrage die slib aan de sedimentatie in de Waddenzee levert. Conform de Integrale bodemdalingsstudie wordt voor de bijdrage van slib een volumepercentage van 10% aangehouden (Oost et al., 1998). De afname van het zandvolume in de kustzone treedt met enige vertraging op, omdat in eerste instantie zand wordt herverdeeld binnen het kombergingsgebied en wordt geleverd door de twee andere delen van het sedimentdelende systeem, namelijk de geulen en de buitendelta (Oost et al., 1998). Voor de effectbepaling laten we deze vertraging buiten beschouwing en wordt naar het bodemdalingsvolume gekeken, zoals dat optreedt door de voorgenomen gaswinning Ternaard en door de bestaande gaswinning MLV.

Voor het Pinkegat en het Borndiep is de prognose van de bodemdaling gebruikt voor het berekenen van het suppletievolume. Figuur 6-3 toont de berekende suppletievolumes, waarin rekening is gehouden met de bijdrage van slib. De omvang van de zandsuppleties bedraagt ten hoogste  $120 \times 10^3 \text{ m}^3$ /per jaar in het begin van de beschouwde periode. Omdat de bodemdaling afneemt na 2028, neemt het zandsuppletievolume voor de bodemdaling door gaswinning af na die periode. Het totale suppletievolume tot en met 2050 voor de gaswinning Ternaard bedraagt  $1,76 \times 10^6 \text{ m}^3$ .



Figuur 6-3 Het benodigde jaarlijks volume aan zandsuppleties vanwege bodemdaling in de kombergingsgebieden Pinkegat en het Borndiep, volgens het voorgenomen productiescenario Ternaard

Achteruitgang van het zandvolume in de Noordzeekustzone kan onder stormcondities leiden tot aantasting van de kust van Ameland en daarmee van duinen in het Natura 2000-gebied Duinen Ameland. Sinds de start van de gaswinning Ameland is het duinmassief op Oost-Ameland sterk uitgebreid. Dit toont aan dat het reguliere suppletieprogramma voldoende is om duinerosie tegen te gaan. Deze effectketen wordt daarom niet nader beschouwd.

### Effecten

De milieueffecten die samenhangen met het winnen, transporteren en suppleren van zand zijn onder te verdelen in vijf thema's:

1. Waterbeweging en morfologie.
2. Waterkwaliteit.
3. (Natuurlijk) sediment-transport.
4. Geluids- en trillingsniveaus, beweging en lichtintensiteit.
5. Vermesting door stikstofdepositie.

In de onderstaande tabel is per onderdeel van het project (zandwinning, zandtransport en zandsuppletie) aangegeven welke onderdelen van de vijf thema's relevant zijn.

Tabel 6-3 Mogelijke effecten zandwinning, -transport en -suppletie

| Thema                                                    | Impact op                              | Winning | Transport | Suppletie |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------|-----------|-----------|
| <b>1) Waterbeweging en morfologie</b>                    | Stroomsnelheid                         | ●       |           | ●         |
|                                                          | Verandering zeebodem                   | ●       |           | ●         |
|                                                          | Habitats en soorten in het sublitoraal | ●       |           | ●         |
| <b>2) Waterkwaliteit</b>                                 | Waterkwaliteit                         | ●       |           |           |
| <b>3) Natuurlijk sedimenttransport</b>                   | Sedimentatie van zand                  | ●       |           | ●         |
|                                                          | Primaire productie                     | ●       |           |           |
|                                                          | Voorjaarsbloei fytoplankton            | ●       |           |           |
|                                                          | Voedselopname schelpdieren             | ●       |           |           |
|                                                          | Soorten en habitats Natura 2000-gebied |         |           | ●         |
|                                                          | Doorzicht                              | ●       |           |           |
| <b>4) Geluid, trilling, beweging en licht</b>            | Onderwater geluid                      | ●       | ●         | ●         |
|                                                          | Bovenwater geluid/optische verstoring  | ●       | ●         | ●         |
|                                                          | Lichtemissies                          | ●       | ●         | ●         |
| <b>5) Vermesting en verzuring door stikstofdepositie</b> | Vermesting en verzuring                | ●       | ●         | ●         |

De effecten van de drie verschillende fasen van een zandsuppletie (zandwinning, transport en het suppleren) worden in paragraaf 8.3.3 besproken.

## 6.3 Samenvatting

Op basis van de voorgaande analyse van mogelijke effecten van het voornemen en de reikwijdte daarvan is vastgesteld welke effecten niet op voorhand zijn uit te sluiten. In Hoofdstuk 8 wordt nader ingegaan op de effecten die kunnen optreden op delen van de Natura 2000-gebieden Waddenzee door stikstofdepositie, bodemdaling en in de Noordzeekustzone door de uitvoering van aanvullende zandsuppleties. Eerst wordt in het volgende hoofdstuk 7 in meer detail ingegaan op de natuurwaarden die aanwezig zijn in de verschillen Natura2000 gebieden. Onderstaande tabel geeft een samenvatting van de onderzoeksopgave.

Tabel 6-4 Onderzoeksopgave: effecten die op voorhand niet uitgesloten kunnen worden

| Effect                  | Natura 2000-gebied<br>Waddenzee | Natura 2000-gebied<br>Noordzeekustzone | Natura 2000-gebied<br>Duinen Ameland | Natura 2000-gebied<br>Duinen Terschelling |
|-------------------------|---------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|
| Vermesting en verzuring | ●                               | ●                                      | ●                                    | ●                                         |
| Bodemdaling             | ●                               | -                                      | -                                    |                                           |
| Zandsuppletie           | -                               | ●                                      | ●                                    |                                           |



## 7 AANWEZIGHEID NATUURWAARDEN

### 7.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden aanwezige natuurwaarden beschreven in relatie tot de voorgenomen activiteit. Bodemdaling onder de Waddenzee is één van de effecten die wordt beschouwd. Het beschouwen van de gevolgen van de bodemdaling onder de Waddenzee voor de beschermde natuurwaarden in de Waddenzee vereist enige achtergrondkennis over de specifieke morfologische kenmerken in het invloedsgebied en deze in opgenomen in paragraaf 7.2. In paragraaf 7.3 wordt vervolgens stilgestaan bij de beschermde natuurwaarden in de Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone.

### 7.2 Morfologische kenmerken van het studiegebied

De Waddenzee is een dynamisch gebied, waar de ligging van geulen, platen en kwelders verandert onder invloed van het getij, golven, stormen en biologische processen. De referentiesituatie en de autonome ontwikkeling worden dan ook gezamenlijk beschouwd, waarbij de trendmatige ontwikkelingen en variaties in de afgelopen jaren worden beschouwd.

De belangrijkste sturende factor bij het beschouwen van de autonome ontwikkelingen is de snelheid waarmee de zeespiegel stijgt. In Baart et al. (2015) en Vermeersen et al. (2018) is geconstateerd dat de afgelopen jaren nog geen verandering in de snelheid van zeespiegelstijging is waargenomen in de waterstandstations langs de Nederlandse kust. Dat betekent dat de versnelling van de zeespiegelstijging, waarmee sinds de Integrale bodemdalingsstudie Gaswinning (Oost et al., 1998) rekening mee is gehouden, zich nog niet heeft voorgedaan. In recente prognoses van de zeespiegelstijging wordt rekening gehouden met een versnelde stijging van de zeespiegel (KNMI 2015; Vermeersen et al., 2018). Ook in de voorliggende Passende beoordeling wordt bij de autonome ontwikkeling uitgegaan van een versnelling van de snelheid van zeespiegelstijging volgens het actuele scenario dat wordt gehanteerd bij de Gaswinning Waddenzee (TNO, 2016), zie ook paragraaf 3.3.4.

#### 7.2.1 Grootschalige sedimentatie

In de Waddenzee is sprake van een langjarige trend van doorgaande sedimentatie in de kombergingsgebieden van de Waddenzee. De sedimentatie in de kombergingsgebieden in de Waddenzee is gerapporteerd in Elias et al. (2012), Nederhoff & Smits (2017) en Elias (2019). De sedimentatie vindt plaats onder invloed van een serie abiotische en biotische processen die in paragraaf 3.2 zijn beschreven. Op basis van de kennis van de processen, zoals bijvoorbeeld verwoord in Wang et al., (2018) wordt verwacht dat de langjarige trend van doorgaande sedimentatie nog tenminste enkele decennia zal doorzetten. De sedimentatie in de Waddenzee trend wordt mede-gestuurd door de stijging van de zeespiegel. Voor het Borndiep en het Pinkegat-Friesche zeegat (in de studie worden deze kombergingsgebieden samengenomen) is de waargenomen doorgaande sedimentatie groter dan nodig is voor het bijhouden van de zeespiegelstijging tot nu toe (Elias et al., 2012; Nederhoff & Smits, 2017; Elias, 2019).

Bij een versnelde stijging van de zeespiegel zal de langjarige sedimentatie in de kombergingsgebieden toenemen, zodat de morfologische kenmerken van deze kombergingsgebieden niet zullen veranderen (Oost et al., 1998; Wang et al, 2017; 2018). Het meegroeien met de versneld stijgende zeespiegel zal tenminste doorgaan totdat de snelheid waarmee de zeespiegel groter wordt dan het meegroeivermogen van respectievelijk 5 mm/jaar voor het Borndiep en 6 mm/jaar voor het Pinkegat. Waarschijnlijk zal ook na het overschrijden van deze ondergrenzen van het meegroeivermogen de karakteristiek van de kombergingsgebieden niet veranderen, omdat de grens van het meegroeivermogen op een voorzichtige, conservatieve wijze is bepaald en recente berekeningen beduidend hogere grenzen laten zien (Wang et al., 2017; 2018). Overigens gaat bij het overschrijden van het meegroeivermogen de grootschalige sedimentatie in de Waddenzee door, maar dan is deze niet meer voldoende groot om de droogvallende platen in hun geheel te laten meegroeien met de versneld stijgende zeespiegel. Dit leidt tot een geleidelijk proces waarbij het areaal droogvallende platen afneemt, zodat op een termijn van eeuwen het karakter van de Waddenzee verandert (Van der Spek, 2018).

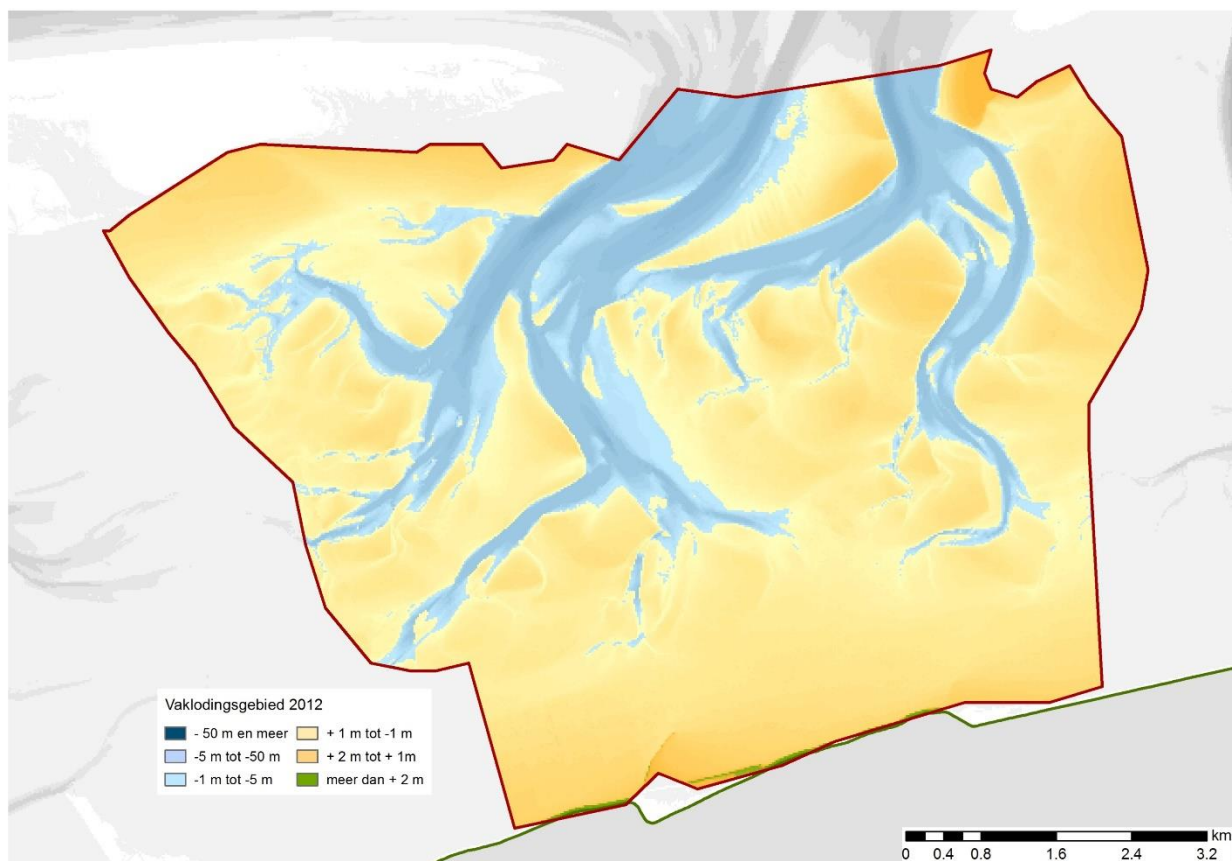
De autonome trend in de kombergingsgebieden is er een van grootschalige sedimentatie. Bij versnelde stijging van de zeespiegel zal de sedimentatiesnelheid verder toenemen.

## 7.2.2 Plaatareaal, droogvalduur

Het plaatareaal in het studiegebied omvat de droogvallende platen in het Pinkegat en het Borndiep. Het gebied dat is gebruikt voor de analyse is weergegeven in Figuur 7-1. De kwelders vallen buiten de begrenzing van het analysegebied. In Tabel 7-1 zijn de oppervlaktes weergegeven van de geulen bij verschillende laagwaterstanden en de natte oppervlaktes bij de bijbehorende hoogwaterstanden. Het verschil tussen de natte oppervlakte bij hoog- en laagwater is het oppervlakte aan de droogvallende platen en ook deze zijn opgenomen in Tabel 7-1. Bij gemiddelde getij bestaat ongeveer 80% van het kombergingsgebied van het Pinkegat uit droogvallende platen.

Tabel 7-1 Overzicht van de oppervlaktes bij hoogwater- en laagwaterstanden in het Pinkegat (Waterstanden Nes, langjarige gemiddelden 2011, Rijkswaterstaat, 2013)

|                                      | Hoogwater-<br>standen (cm) | Natte opper-<br>vlakte bij<br>hoogwater<br>(ha) | Laagwater-<br>standen (cm) | Geulen: Natte<br>oppervlakte bij<br>laagwater (ha) | Droogvallend<br>areaal (ha) |
|--------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------|
| Gemiddeld<br>springtij               | 119                        | 6.085                                           | -133                       | 1.092                                              | 4.993                       |
| Gemiddeld tij                        | 106                        | 6.075                                           | -116                       | 1.268                                              | 4.807                       |
| Gemiddeld doottij                    | 88                         | 6.062                                           | -94                        | 1.582                                              | 4.480                       |
| LAT (Lowest<br>Astronomical<br>Tide) |                            |                                                 | -172                       | 880                                                |                             |

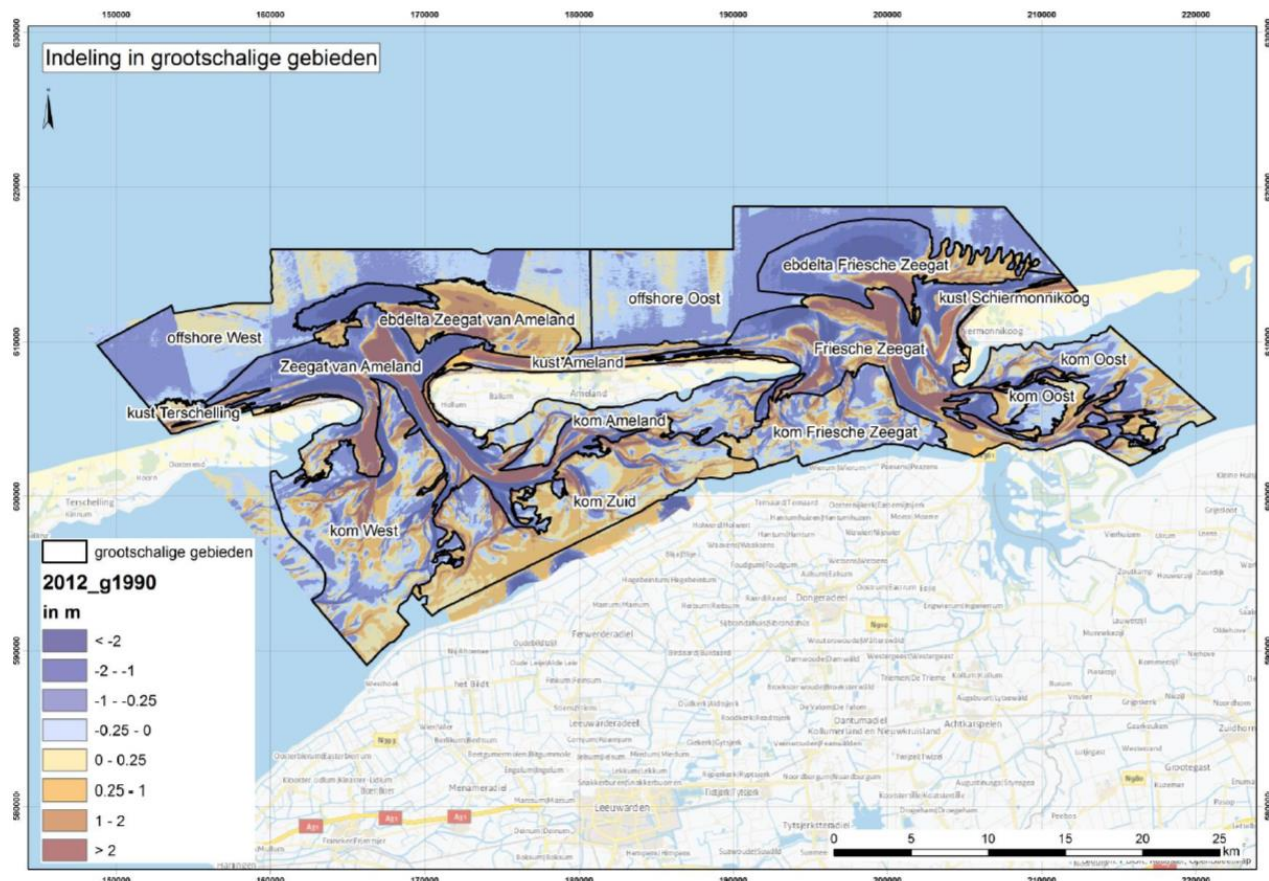


Figuur 7-1 Kaart van het kombergingsgebied Pinkegat, zoals gebruikt voor het bepalen van het oppervlakte aan droogvallende platen in Tabel 7-1

De hoogte van de platen en de diepte van de geulen van elk kombergingsgebied in de Waddenzee worden iedere zes jaar opgemeten in opdracht van Rijkswaterstaat, als onderdeel van de vaklodingen. Uit de vaklodingen wordt het areaal van de droogvallende platen bepaald, zoals hierboven is gedaan. De opeenvolgende vaklodingen maken het mogelijk om de trends in het sedimentvolume te bepalen. De ontwikkelingen van de sedimentvolumes in de Waddenzee, op de buitendelta's, de Noordzee en de eilandkusten rondom Ameland zijn in 2015 bepaald door Tommer en Marges (2015) op basis van alle destijds beschikbare vaklodingen. De gebiedsindeling die door Tommer en Marges (2015) is gehanteerd maakt het mogelijk om de ontwikkeling van de sedimentvolumes op de platen in de kombergingsgebieden te volgen, dit zijn de gebieden die in Figuur 7-2 zijn aangeduid met 'kom'. In Tabel 7-2 zijn de volumeveranderingen voor deze gebieden weergegeven.

Tabel 7-2 Volumeveranderingen in deelgebieden, die zijn getoond in Figuur 7-2 (uit Vermaas en Marges, 2015)

| Naam deelgebied     | Volumeverandering 1990-2012             |
|---------------------|-----------------------------------------|
| Kom West            | -11,64 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> |
| Kom Zuid            | 35,77 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>  |
| Kom Ameland         | -4,55 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>  |
| Kom Friesche Zeegat | -1,98 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>  |
| Kom Oost            | -26,39 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> |

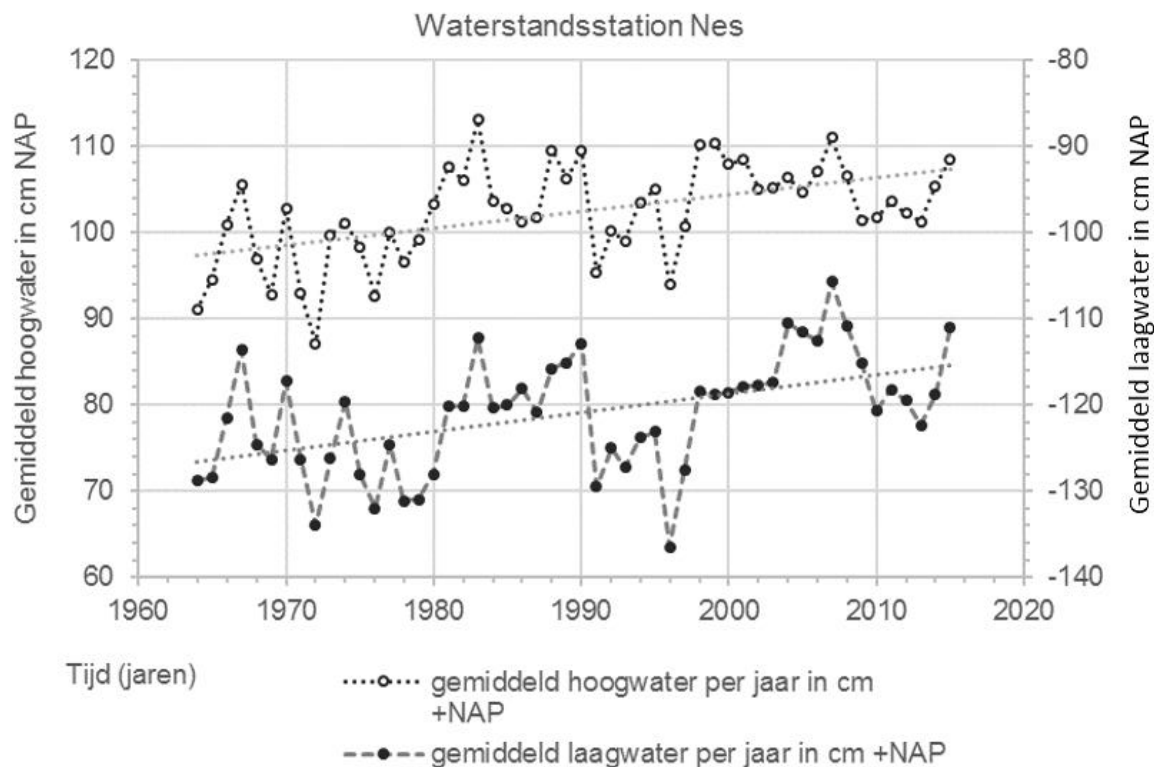


Figuur 7-2 Gebiedsindeling zoals gehanteerd voor de volumebepalingen door Vermaas en Marges (2015), op de vershilkaart 1990-2012 (uit Vermaas en Marges, 2015)

De platen en geulen in de nabijheid van de veerdam bij Holwerd, dat onderdeel is van het Borndiep, hebben in de afgelopen tiental jaren ontwikkelingen doorgemaakt waardoor de natuurlijke omvang van de geul is afgenomen. Een van deze ontwikkelingen is de sedimentatie van het plaatgebied, waardoor het kombergingsvolume is afgenomen. Verder heeft een kleine verschuiving van het wantij plaatsgevonden en heeft het doorlopend Dantziggat een deel van het debiet van de vaargeul overgenomen. Deze autonome veranderingen zijn medeoorzaak van de toename van het baggerbezwaar in de Vaarweg Holwerd-Ameland in de afgelopen 20 jaar (Herman e.a., 2016). Het betekent dat in de directe nabijheid van het gebied waar de bodemdaling door de gaswinning Ternaard plaats zal vinden, in het kombergingsgebied van het Pinkegat substantiële sedimentatie op de wadplaten heeft plaatsgevonden.

De droogvalpercentages op de platen veranderen bij een andere bodemligging van de platen en bij wijzigingen in het getij. Het getij heeft de afgelopen jaren een trendmatige toename laten zien van de niveaus van hoog- en laagwater conform de stijgende zeespiegel. Figuur 7-3 toont de ontwikkeling in de hoog- en laagwaterstanden voor Nes (Ameland), het dichtstbijzijnde waterstandstation met een continue meetreeks. In de grafiek is zichtbaar dat de variaties in de jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden van jaar op jaar centimeters groot zijn. Deze variaties betekenen dat de droogvalpercentages als gevolg van veranderingen in het getij van jaar op jaar verschillen.





Figuur 7-3 Grafiek met de jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Nes (Ameland, gegevens Rijkswaterstaat)

De ontwikkeling van het plaatareaal op de lange termijn is een belangrijk onderdeel van de langjarige ontwikkelingen van de kombergingsgebieden. Wanneer de snelheid van zeespiegelstijging en de bodemdaling het meegroeivermogen niet overschrijden, blijven de kenmerken van de kombergingsgebieden behouden. Voor de platen betekent dit dat de ontwikkelingen in het plaatareaal op dezelfde wijze zullen doorzetten. Daarbij geldt ook de kanttekening dat variatie optreedt in de hoogte en het areaal van de platen onder invloed van de verschillende korte termijn fluctuaties in het getij, wind en golven en de biologische processen en door morfologische veranderingen in de ligging van geulen en platen. De bodemligging in het Pinkegat zal niet structureel veranderen ten opzichte van het referentieniveau van de (stijgende) zeespiegel, zolang de snelheid van zeespiegelstijging onder het meegroeivermogen blijft (Wang et al, 2018). Wel zullen de posities van de geulen en de platen veranderen als gevolg van de autonome dynamiek van de Waddenzee.

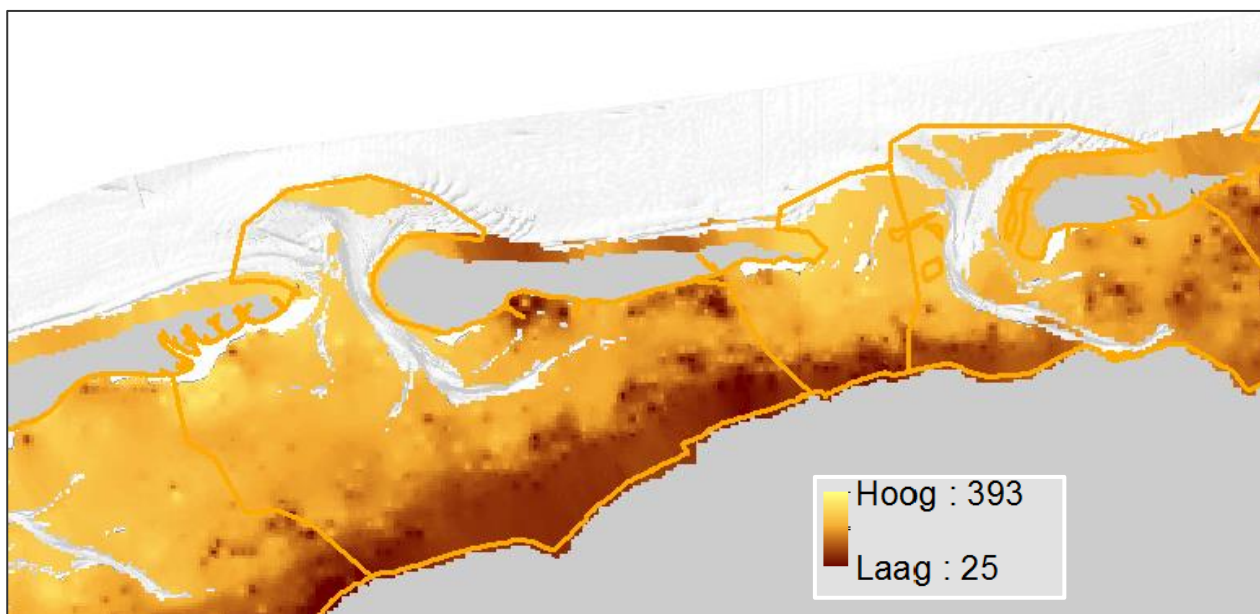
### 7.2.3 Wadvogels en droogvallende platen

De wadplaten die in de Waddenzee droogvallen bij laagwater vormen een beschermd habitatype, net als de geulen en de kwelders, zie hiervoor paragraaf 7.3.1. De wadplaten zijn onder andere van groot belang voor de natuurfunctie van de Waddenzee vanwege hun rol als foerageergebied voor veel beschermde vogelsoorten (het overzicht staat in paragraaf 7.3.1). Tijdens laagwater, als de wadplaten droogvallen, vormen de aanwezige bodemdieren een essentiële voedselbron voor deze vogels. De draagkracht voor de vogels wordt bepaald door het aanwezige voedsel en de bereikbaarheid van dat voedsel (zie voor een recente analyse hiervan in het licht van de gaswinning Waddenzee: Ens et al., 2018). De hoogteligging van de wadplaten is via de droogvalduur (Blomert, 2002) medebepalend voor de bereikbaarheid van het voedsel (Rappoldt & Ens, 2013). In het licht van de effectenbepaling in deze Passende beoordeling is het alleen zinvol om eventuele veranderingen in het areaal en de hoogteligging van de wadplaten te beschouwen als deze meetbaar en merkbaar veranderen als gevolg van de gaswinning Ternaard. In hoofdstuk 8 zal hier nader op worden ingegaan.



## 7.2.4 Sedimentsamenstelling

De sedimentsamenstelling van de droogvallende platen in het studiegebied is vastgesteld als onderdeel van de SIBES-bemonstering. Op basis van de SIBES-bemonstering 2008-2012 is een kaart gemaakt van de mediane korrelgrootte in de bodem van de wadplaten, waarvan het deel rond de kombergingsgebieden van het Borndiep en het Pinkegat is getoond in Figuur 7-4. In deze kaart komen de donkere kleuren overeen met een kleine mediane korrelgrootte, dit zijn de slibrijke delen van de Waddenzee. De lichte kleuren komen overeen met de gebieden met zand en schelpfragmenten. Slibrijk sediment wordt vooral aangetroffen op de wadplaten voor de vastelandskwelder en op de wadplaten die in de luwte van Ameland liggen.



Figuur 7-4 Uitsnede uit de kaart van de mediane korrelgrootte (diameter in  $\mu\text{m}$ ) op basis van de SIBES-bemonstering (uit Christianen et al, 2015)

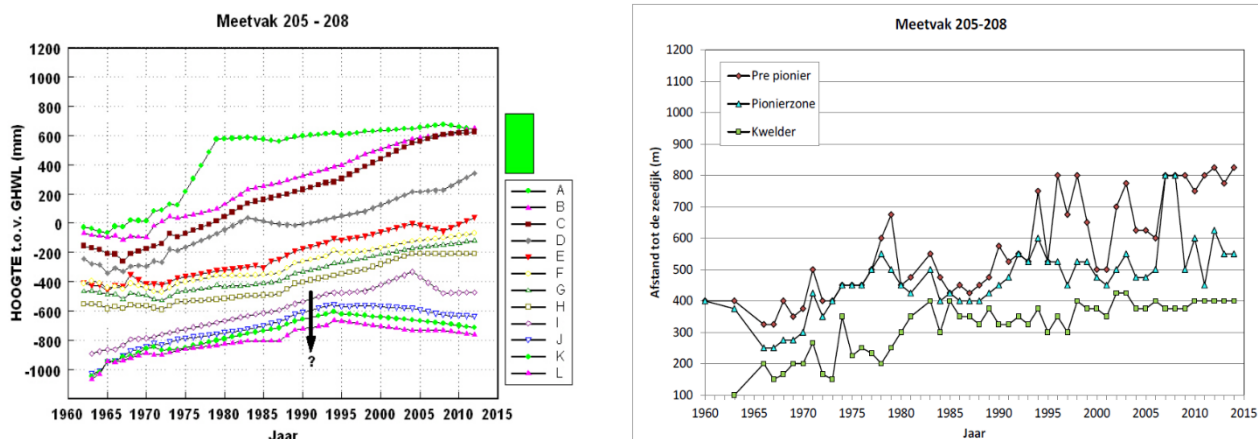
De verschillende biotische en abiotische processen die leiden tot de verdeling van zand en slib in de Waddenzee blijven bij de autonome ontwikkeling hetzelfde. Omdat deze processen en de condities in de kombergingsgebieden vergelijkbaar blijven, verandert de sedimentsamenstelling in de Waddenzee niet. De bodemdaling door de gaswinning Ternaard verandert de processen en condities ook niet, omdat deze niet leidt tot veranderingen van de kenmerken van het kombergingsgebied. Bij een snelheid van zeespiegelstijging die toeneemt tot boven het meegroeivermogen kan langzamerhand de sedimentatie in de Waddenzee achterblijven bij de zeespiegel. Daarmee veranderen gaandeweg de lokale omstandigheden, zoals de waterdiepte op de platen en dat kan betekenen dat ook de lokale sedimentsamenstelling verandert. Dergelijke veranderingen in de sedimentsamenstelling treden alleen op bij snelheden van zeespiegel die zo hoog zijn dat de gaswinning niet meer plaatsvindt, omdat er geen gebruiksruimte meer beschikbaar is.

## 7.2.5 Kwelders

De kwelders in het studiegebied omvatten de kwelderfragmenten bij 't Skoar en de Kromme Horne bij Wierum, aan de vastelandskust en de pioniervegetatie op het hoge wad ten zuiden van het Hon aan de oostpunt van Ameland. De kwelderwerken en kwelders ten oosten van de veerdam Ameland, de Paezummerlannen en de eilandkwelders 't Hon en Neerlands Reid van Ameland liggen buiten het studiegebied. Over de hoogteontwikkeling van de kwelder Ameland onder invloed van de bodemdaling door de gaswinning Ameland is al een toelichting opgenomen in paragraaf 3.3.10. De bodemdaling door de gaswinning Ternaard heeft geen invloed op de kwelder Ameland.

De hoogteontwikkeling van de vastelandskwelders met kwelderwerken wordt sinds jaar en dag gemeten en hierover wordt frequent gerapporteerd. Duin et al. (2016) is de meest recente rapportage, waarin over deze ontwikkelingen wordt gerapporteerd en hierin is de ontwikkeling opgenomen van de kwelder ten oosten van

de Veerдам (Figuur 7-5). De hoogte van de A-D vakken in de kwelderzone (met begroeiing) is toegenomen vanaf halverwege de jaren '60. De breedte van de begroeide kwelder is tot rond 2000 toegenomen, met grote fluctuaties. Sindsdien is de breedte min of meer stabiel. Ook in de pionierzone voor de kwelder is de hoogte toegenomen. De breedte van de pionierzone is ten opzichte van eerste metingen toegenomen, waarbij grote fluctuaties zijn opgetreden. De hoogte van de pionierzone is afgenomen sinds het onderhoud aan de buitenste dwarsdam is gestaakt. De breedte van de pre-pionierzone is wel toegenomen, met ook grote fluctuaties.



Figuur 7-5 Ontwikkeling van de vastelandskwelder ten oosten van de veerдам bij Holwerd uit Duin et al (2016). Het groene blokje geeft het hoogteniveau van de kwelderzone weer, de pijl met het vraagteken toont het moment en de locatie van het verlaten van de buitenste dwarsdam. Voor de positie van de meetvakken A tot en met L zie Duin et al (2016)

Sinds 2006 wordt de ontwikkeling van de vastelandskwelder “de Paezumerlannen” gemonitord. Bij deze kwelder vindt bodemdaling plaats door de winning uit het gasveld “Moddergat”. De kwelder Paezumerlannen ligt ten oosten van het studiegebied voor de gaswinning Ternaard en er zal geen extra bodemdaling plaatsvinden door de gaswinning bij Ternaard. De bodemdalingssnelheid van de Pleistocene ondergrond bij de meetlocatie Moddergat bedraagt gemiddeld 3,3 mm per jaar (van Duin et al., 2016b). Uit de monitoringresultaten blijkt dat de opslibbingsnelheid hoog genoeg is om de bodemdaling en zeespiegelstijging bij te houden. Deze kwelder heeft zich de afgelopen jaren in zeewaartse richting uitgebreid. Er zijn dus, zoals voorspeld, geen effecten van bodemdaling door gaswinning in deze vastelandskwelder.

De ontwikkeling van het kleine kweldergebied, of juist de zomerpolder bij 't Skoar is niet vastgelegd met metingen van de kwelderhoogte en dat geldt ook voor de kwelder de Kromme Horne bij Wierum. Over de kwelder bij Wierum is in Van Duin et al. (2016b) opgemerkt: “Het volledig stoppen met onderhoud aan de dammen kan ervoor zorgen dat de over het algemeen op dit moment juist gewenste jonge stadia verdwijnen en de gerijpte kwelder door kliferosie vervolgens langzaam verdwijnt. De kwelder de Kromme Horne bij Wierum is hier een duidelijk voorbeeld van: de pionierzone is vrijwel geheel verdwenen en er vindt kliferosie plaats”.

Vanwege de verschillende morfologische veranderingen van de vastelandskwelders en de variatie in de randvoorwaarden, met inbegrip van het gebruik en beheer, is het voor de kwelders lastiger dan bij de droogvallende platen om een voorspelling te presenteren van de autonome ontwikkelingen. Om toch een uitspraak te kunnen doen over de autonome ontwikkelingen wordt een aantal aannames gedaan, op basis van expert-judgement en inzichten uit studies en literatuur. De aannames zijn:

- Geen wijzigingen in de overstromingsfrequentie door veranderingen in het niveau van hoogwater.
- Geen veranderingen in de hoogteligging van de voorliggende wadplaten.
- Hogere sedimentatiesnelheden bij toename overspoelingsfrequentie door zeespiegelstijging en bodemdaling.

Voor verschillende kwelders in het studiegebied betekent dit:

't Skoar: Het kwelderareaal is feitelijk een zomerpolder die achter een zomerdijk ligt. Pas als de overstromingsfrequentie van de zomerdijk duidelijk gaat toenemen, zal er sprake zijn van effecten op de zomerpolder. In eerste instantie zal de sedimentatiesnelheid in de zomerpolder toenemen. Bij een versnelde stijging van de zeespiegel wordt daarna een moment bereikt waarop de sedimentatiesnelheid niet meer opweegt tegen de relatieve zeespiegelstijging. Uiteindelijk zal dat leiden tot een afname van de relatieve hoogte van de zomerpolder.

Kwelder bij Wierum. De kliferosie bij de kwelder de Kromme Horne bij Wierum zal verder gaan, zodat het areaal van de kwelder afneemt. Bij een versnelde stijging van de relatieve zeespiegel zal daarbij gaandeweg 'verdrinking' plaatsvinden van de kwelder.

Pionierbegroeiing Ameland oost: In het gebied ten zuiden van het eiland Ameland aan de oostpunt van de Hon, waar in de meest noordelijk gelegen bodemdalingsschotel uit winningsplan (NAM, 2019) de contour van 2 cm bodemdaling loopt, is op de hoge wadplaat op verschillende plekken ook pioniervegetatie aanwezig. De hoge wadplaat is onderdeel van het habitatype H1140, terwijl de delen met pioniervegetatie classificeren als zilte pionierbegroeiingen (habitatype H1310). Pioniervegetatie kan zich alleen vestigen als de wadplaten voldoende hoog zijn geworden. De aanwezigheid van het habitatype H1310 is daarmee een indicatie van hoogtetoename van het wad. De toename van de hoogte van de wadplaat in dit gebied met tenminste één decimeter binnen tien jaar is een recente ontwikkeling, die zichtbaar is in de opeenvolgende hoogtemetingen. Deze hoogtetoename heeft plaatsgevonden terwijl daar ondertussen ook bodemdaling heeft plaatsgevonden als gevolg van de gaswinning Ameland. Vastgesteld kan worden dat de sedimentatie ter plaatse voldoende groot is om de lokale bodemdaling te niet te doen en een bodemhoogte toename van tenminste 1 decimeter te realiseren.

Bij een versnelde zeespiegelstijging zal de sedimentatie op de kwelder na verloop van tijd onvoldoende zijn om de stijging bij te houden. De afname van de hoogte van de kwelder zal bij verdere stijging van de zeespiegel doorgaan en uiteindelijk leiden tot een afname van het kwelderareaal. Daar waar erosie van de kwelderrand plaatsvindt, zal deze naar verwachting ook in de toekomst verder doorgaan. De snelheid van zeespiegelstijging die door kwelders kan worden gevolgd, verschilt per kwelder. De sedimentatiesnelheden van de vastelandskwelders zijn over het algemeen hoger dan die op de eilandkwelders. De vastelandskwelders kunnen daardoor in stand blijven bij een hogere snelheid van zeespiegelstijging dan de eilandkwelders. De snelheid waarmee sedimentatie plaatsvindt op de kwelders ligt boven de grens van het meegroeivermogen van 6 mm/jaar. Dat betekent dat op het moment dat de invloed van zeespiegelstijging doorslaggevend zal worden voor de ontwikkeling van de kwelders, de gaswinning conform de HadK-systematiek, al zal zijn beëindigd.

## 7.2.6 Kustdynamiek en zandsuppleties

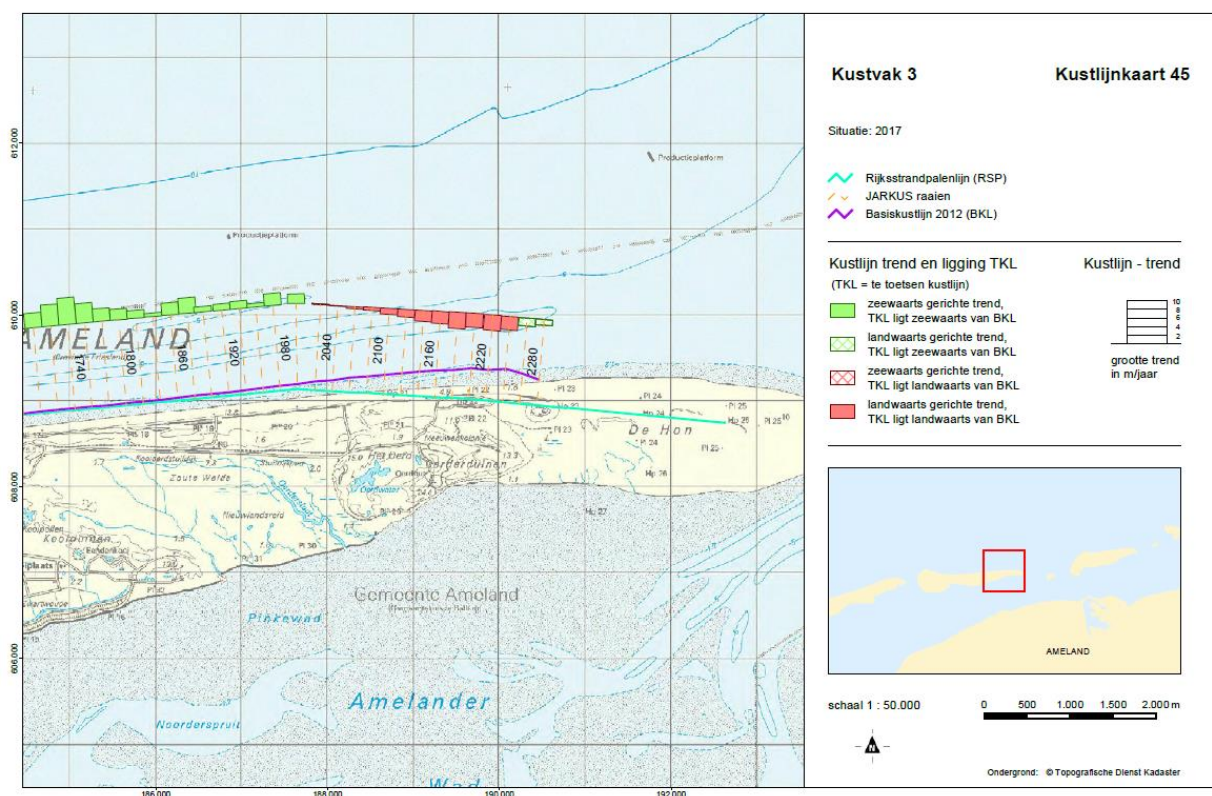
Het strand en de vooroever van de Noordzeekustzone zijn zeer dynamische gebieden. De dynamiek bestaat deels uit tijdelijke fluctuaties, zoals het verhogen en verlagen van het strand onder invloed van seizoensdynamiek, uit semi-cyclische processen, zoals het ontstaan en de migratie van brekerbanken en uit structurele uitbouw, dan wel achteruitgang. Dat laatste, de structurele achteruitgang van de kustlijn en de bijbehorende structurele afname van het zandvolume van de kust, is reden voor de kustbeheerder voor het uitvoeren van zandsuppleties. Zandsuppleties worden uitgevoerd om de zandvoorraad van de kust op peil te houden, zoals is vastgelegd in het Nationale Waterplan. In de nabijheid van de kombergingsgebieden Pinkegat en Borndiep zijn op de kust van Ameland de afgelopen jaren frequent zandsuppleties uitgevoerd, zowel op het strand, als op de onderwateroever. De meest recente zandsuppleties op het midden-oostelijke deel van Ameland zijn uitgevoerd in 2015 in de vorm van een vooroever- en strandsuppletie tussen de raaien 1240 en 1700. Voor de periode tot 2020 is een vooroeversuppletie voorzien voor Ameland midden tussen de raaien 13 en 23 met een omvang van 4.000.000 m<sup>3</sup>.

De noodzaak tot het uitvoeren van zandsuppleties wordt ieder jaar vastgesteld door Rijkswaterstaat op basis van de gegevens uit jaarlijkse metingen van de ligging van de kust (de Jarkus-metingen). Ieder jaar wordt vastgesteld of voldoende zand aanwezig is in het kustprofiel. Daarbij wordt uitgegaan van de trends in de ontwikkeling van het zandvolume. Een toelichting op de methode kan worden gevonden in het jaarlijkse verschijnende rapport 'Kustlijkaarten' (Rijkswaterstaat, 2016a). In de 'Kustlijkaarten' wordt in tabellen en in



kaarten zichtbaar gemaakt welke trends optreden in de ontwikkeling van de zandvolumes per raai. Figuur 7-6 toont een kustlijnkaart van de oostzijde van Ameland. In de roodgekleurde raaien is sprake van een overschrijding van de basiskustlijn. In de 'Kustlijnkaarten' wordt hierover opgemerkt: "Tussen 2020 en 2280 is de trend overwegend landwaarts en wordt de basiskustlijn op het merendeel van de raaien overschreden. Voor het midden en oosten van Ameland staat daarom een vooroeversuppletie gepland in 2019/2020."

De samenhang tussen de zandsuppleties voor de kust en de autonome ontwikkelingen van de kombergingsgebieden in de Waddenzee ligt in het sedimentdelende systeem, zoals beschreven in paragraaf 3.2. Het sedimentdelende systeem van het Pinkegat grenst via de buitendelta aan de westzijde aan de kust van Ameland en oostzijde aan de buitendelta van het Friesche zeegat. Mogelijk wordt een klein deel van het benodigde zand voor het Pinkegat geleverd door dan wel via de buitendelta van het Friesche Zeegat. Waarschijnlijk is deze aanvoer veel kleiner dan aanvoer vanaf de kust van Ameland, vanwege het van west naar oost gerichte netto transport van sediment langs de Waddeneilanden. Aanvoer vanaf de hoge platen het Rif en Engelsmansplaat naar het Pinkegat onder invloed van bodemdaling vindt hoogstwaarschijnlijk niet plaats (Wang, 2007). Ook het kombergingsgebied van het Borndiep, waar ten opzichte van het Pinkegat een veel minder omvangrijke bodemdaling zal plaatsvinden door de gaswinning Ternaard is verbonden met de kust van Ameland. Voor het aanvullen van de zandvoorraad van de kust vanwege de bodemdaling wordt daarom uitsluitend naar de kust van Ameland gekeken.



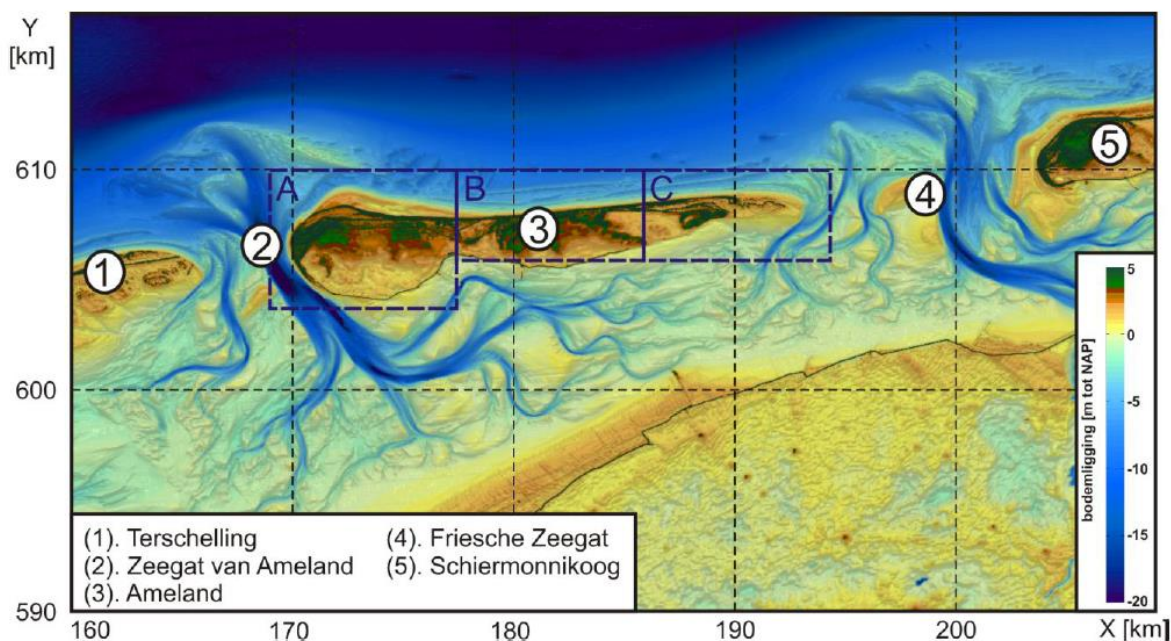
Figuur 7-6 Kustlijnkaart 2017 van de oostzijde van Ameland (uit Rijkswaterstaat, 2016a)

De analyse van de bodemhoogte door Vermaas en Marges (2015) laat een volumetoename zien van het vak 'kust Ameland' in Figuur 7-2 van  $19,86 \times 10^6 \text{ m}^3$  in de periode 1990-2012. Het zandvolume van de kust is dus groter geworden. De toename van het volume van de kust komt overeen met het volume zand van circa  $20 \times 10^6 \text{ m}^3$  dat in de periode 1990-2012 op de kust van Ameland is gesuppleerd. Ondanks de toename van het zandvolume van de kust van Ameland zullen ook in de toekomst naar verwachting nog zandsuppleties op de kust van Ameland moeten worden uitgevoerd om de ligging van de kustlijn te handhaven. Een van de redenen is dat de toename van het zandvolume in een ander gebied heeft plaatsgevonden dan de gebieden die worden beschouwd voor de kustlijnkaarten. Het aanlanden van de strandhaak van het Bornrif aan de

westzijde heeft geleid tot een grote toename van het zandvolume aan de noordwestzijde van Ameland (in gebied A in Figuur 7-7).

Door Elias en Bruens (2013) zijn berekeningen uitgevoerd naar de volumeontwikkelingen van de kust van Ameland. In de berekeningen is de ontwikkeling van het zandvolume in de kustzone beschouwd, waarbij is gecorrigeerd voor de aangebrachte zandsuppleties. Uit het centrale deel van de kust van Ameland (gebied B in Figuur 7-7) wordt per jaar  $0,55 \times 10^6 \text{ m}^3$  zand afgevoerd. Vanaf de strandhaak (gebied A in Figuur 7-7) wordt nog eens  $0,8 \times 10^6 \text{ m}^3$  zand verplaatst, zodat in totaal ruwweg  $1,35 \times 10^6 \text{ m}^3$  sediment per jaar verplaatst wordt. Dit betreft de netto verplaatsing, bruto is veel meer sediment in beweging. Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat uit de berekeningen en beschouwing van Elias en Bruens (2013) niet valt op te maken in welke richting het zand wordt getransporteerd. Op basis van de generieke kennis van de kust van de Wadden wordt verondersteld dat een belangrijk deel van het zandtransport plaatsvindt van west naar oost, onder invloed van het golf-gedreven langtransport. En uit Elias en Bruens (2013) is ook duidelijk dat voor een groot deel van de kust van Ameland netto transporten van zand naar de duinen plaatsvindt. De sedimentbalans van Vermaas en Marges (2015) is aanvullend op de analyse van Elias en Bruens (2013), maar geeft geen uitsluitsel over de richting van de transporten. Wel is in Vermaas en Marges (2015) rekening gehouden met de bodemdaling door gaswinning. Omdat de bodemdaling door de gaswinning Ameland ook optreedt onder de Noordzeekustzone, de duinen en de buitendelta van het Pinkegat, is dit een factor die tot een schijnbaar<sup>12</sup> verlies van sediment kan leiden.

In aanvulling op de berekende netto zandtransporten is ook gekeken naar de volumes zand die de afgelopen decennia zijn gesuppleerd op Ameland. Het Kustlijnkaartenboek 2017 (Rijkswaterstaat, 2016a) geeft een gesuppleerd volume voor het kustvak Ameland van  $14,9 \times 10^6 \text{ m}^3$  in tien jaar (de periode 2007- 2016). Het gemiddelde jaarlijkse suppletievolume is daarmee  $1,49 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Dit volume heeft dezelfde grootte van orde als de door Elias en Bruens (2013) berekende netto verplaatste volume van ruwweg  $1,35 \times 10^6 \text{ m}^3$  sediment per jaar. Het is niet mogelijk om op voorhand een onderscheid te maken naar het suppletievolume dat is gemoeid met de autonome achteruitgang van de kust (inclusief de autonome transporten naar de Waddenzee onder invloed van de stijgende zeespiegel) en het suppletievolume dat is gerelateerd aan de bodemdaling door de gaswinning Ameland. Dit onderscheid is dan ook niet aangegeven bij de suppletievolumes. Het is wel mogelijk achteraf om in een sedimentbalans, op basis van de opgetreden bodemdaling en sedimentatie in de Waddenzee te berekenen hoeveel sediment vanuit de kustzone naar de Waddenzee is getransporteerd vanwege de bodemdaling door gaswinning, zoals bijvoorbeeld is gedaan in Vermaas en Marges (2015).



Figuur 7-7 Gehanteerde indeling van de kust van Ameland: (A) westelijke eilandkop, (B) de eilandkust en (C) oostelijke eilandstaart; uit Elias en Bruens (2013)

<sup>12</sup> Door de bodemdaling verdwijnt er geen zand of slib maar neemt het watervolume toe. Dit is een schijnbaar verdwijnen (verlies) van sediment.



Ook in de toekomst zullen zandsuppleties op de kust van Ameland uitgevoerd moeten worden, waarbij net als voor de bodemdaling door gaswinning de snelheid van zeespiegelstijging een belangrijke variabele is. De snelheid van zeespiegelstijging beïnvloedt namelijk de achteruitgang van de kust. De achteruitgang van het zandvolume is op twee manieren gerelateerd aan de snelheid van zeespiegelstijging. In de eerste plaats is er het directe effect op de ligging van kustlijn en het zandvolume van de kust. Een sneller stijgende zeespiegel leidt tot een grotere achteruitgang van het kustprofiel (Oost e.a., 1998; Mulder, 2000) en een grotere achteruitgang betekent dat een groter volume aan zand gesuppleerd moet worden. Een sneller stijgende zeespiegel leidt ook tot een toename van het zandtransport naar de kombergingsgebieden in de Waddenzee. Het zandtransport naar de Waddenzee leidt tot een afname van de zandvoorraad van de kust en daarmee tot een achteruitgang van de kustlijn<sup>13</sup>.

De combinatie van de response van de kustlijn zelf en die van de kombergingsgebieden op de stijgende zeespiegel leidt tot een sterkere achteruitgang van de kust bij een versneld stijgende zeespiegel. Uitgaande van het vigerende kustbeleid, dat is gericht op het behoud van de ligging van de kustlijn en het aanvullen van de zand voorraad van het kustfundament, betekent een versneld stijgende zeespiegel daarom dat meer zand gesuppleerd zal worden. Onderliggende studies bij het kustbeleid (Mulder, 2000; Nederbragt, 2005) en voor het Deltaprogramma (Haasnoot et al, 2018) laten een lineaire toename zien van het benodigde suppletievolume voor de kustlijn zorg voor geheel Nederland bij hogere snelheden van zeespiegelstijging. Bij een directe vertaling van deze landelijke relatie tussen zeespiegelstijging en suppletievolume naar Ameland betekent dit een toename van het suppletievolume van  $1,49 \times 10^6 \text{ m}^3$  per jaar bij de huidige snelheid van zeespiegelstijging, tot  $4,47 \times 10^6 \text{ m}^3$  per jaar bij de drie keer zo hoge snelheid van zeespiegelstijging bij het bereiken van het meegroeivermogen van 6 mm/jaar.

## 7.3 Natura 2000-gebieden

### Toelichting

In de volgende paragrafen wordt per Natura 2000-gebied eerst een korte kenschets gegeven van het gebied. Vervolgens wordt het deel van het Natura 2000-gebied dat binnen de reikwijdte van de effecten ligt in meer detail beschreven. Hierbij wordt ook aangegeven of en welke aangewezen waarden hier voorkomen. Indien aanwezig, wordt aangegeven of de soorten gevoelig zijn voor de optredende effecten.

Aan de hand van de reikwijdte van de effecten, de aanwezigheid van de kwalificerende natuurwaarden binnen deze reikwijdte en de gevoeligheid van deze natuurwaarden voor de beschreven factoren, is een verdere specificatie gemaakt welke factoren relevant zijn voor de effectbeoordeling.

Uitzondering hierop zijn de verreikende effecten van stikstofemissies. Omdat dit een groot gebied kan omvatten, maar het effect en de beoordeling hiervan specifiek is (alleen stikstofdepositie, berekend met AERIUS voor heel het effectgebied in een keer), wordt niet op voorhand ingegaan op de mogelijke gebieden waarop stikstofdepositie op van toepassing zou kunnen zijn. De gebieden waar effecten van stikstofdepositie kunnen optreden volgen uit de AERIUS-berekeningen. Dit zijn de Natura 2000-gebieden Waddenzee, Noordzeekustzone, Duinen Ameland en Duinen Schiermonnikoog.

De productielocatie en het transportleidingtracé liggen buiten de begrenzing van een Natura 2000-gebied. Het meest nabijgelegen Natura 2000-gebied is de Waddenzee (de gebiedsgrens ligt op de buitenteen van de Waddenzeedijk). Op grotere afstand liggen de Natura 2000-gebieden Duinen Ameland, Duinen Schiermonnikoog en Lauwersmeer. Uit de analyse van de ingreep-effectrelaties in Hoofdstuk 6 blijkt dat door bodemdaling alleen mogelijke effecten optreden op het Natura 2000-gebied Waddenzee en door zandsuppletie op het Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone en Duinen Ameland. Van deze gebieden zijn hieronder korte beschrijvingen gegeven, de instandhoudingsdoelen zijn opgenomen in Bijlage C. Bij de

---

<sup>13</sup> Voor de duidelijkheid: de zandsuppleties op de kust van de Waddeneilanden worden niet uitgevoerd zodat de Waddenzee mee kan groeien met de stijgende zeespiegel. Het meegroeien met de stijgende zeespiegel is een autonome response van de zanddelende systemen. Het meegroeien gaat ten koste van de zandvoorraad van de aangrenzende kusten. De afname van de zandvoorraad van de kusten leidt tot achteruitgang van de kustlijn. Het kustbeleid gaat uit van het behoud van alle functies van de kust en daarom is het beheer gericht op het handhaven van de kustlijn en van de zandvoorraad van de kust. Daarom worden de zandsuppleties uitgevoerd. Zonder het uitvoeren van de zandsuppleties zullen de kombergingsgebieden van de Waddenzee nog steeds meegroeien met de stijgende zeespiegel, maar gaat de kustlijn achteruit.

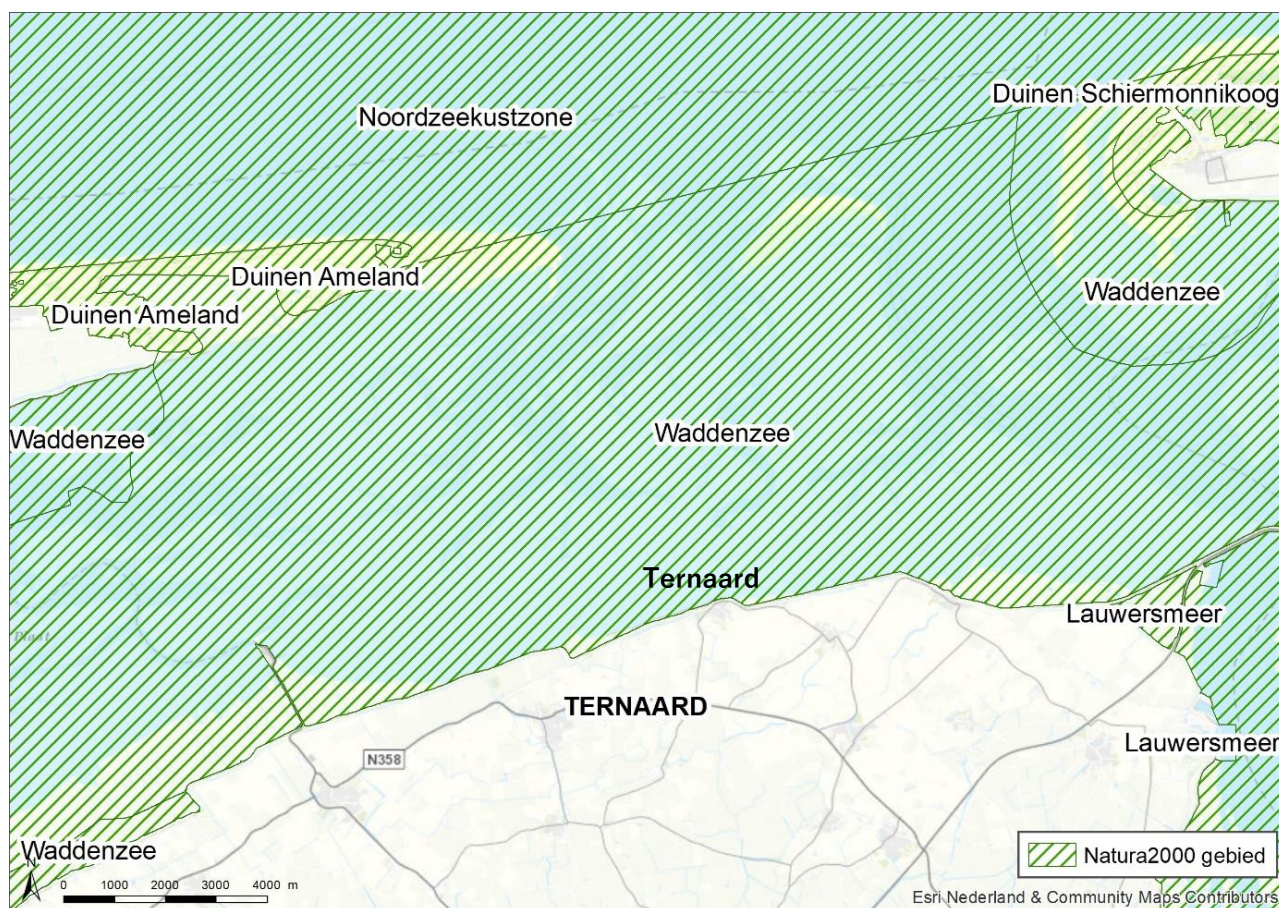
beschrijvingen is ook aangegeven of de habitattypen en soorten voorkomen binnen het studiegebied van het plan en of deze gevoelig zijn voor de optredende effecten.

### 7.3.1 Waddenzee

Bij de beschrijving van het Natura 2000-gebied Waddenzee is reeds rekening gehouden met de vaststelling in het voorgaande hoofdstuk dat hier alleen door de bodemdaling als gevolg van de gaswinning en door stikstofdepositie eventuele gevolgen kunnen optreden. Gevolgen op dit Natura 2000-gebied als gevolg van zandsuppletie zijn in het voorgaande hoofdstuk al uitgesloten.

#### Beschrijving

Het Natura 2000-gebied Waddenzee is onderdeel van het internationale waddengebied dat zich uitstrekt van Den Helder tot Esbjerg (Denemarken). Het is een natuurlijk en dynamisch zoutwatergetijdengebied dat bestaat uit een complex van diepe geulen en ondiep water met platen, waarvan grote delen bij eb droogvallen. Deze platen worden doorsneden door een fijn vertakt stelsel van geulen.



Figuur 7-8 Begrenzing Natura 2000-gebieden nabij de projectlocatie

Langs het vasteland en op de eilanden liggen verspreid kweldergebieden, die een zeer diverse flora en fauna kennen. De kwelders langs de Friese vastelandskust zijn door menselijk ingrijpen ontstaan. Op de overgang van de hoge, groene kwelders en de lager gelegen, nattere landaanwinningskwelders ligt een natuurlijke afslagrand, het zogenaamde kwelderklif. De kwelders op de Waddeneilanden<sup>14</sup> hebben een natuurlijke geomorfologie, met geleidelijke hoogtegradiënten, meanderende kreek en afwisseling in de mate van natuurlijke drainage. De bodem is over het algemeen zandig, mede door de invloed van stuivend zand uit de nabijgelegen duingebieden. De geleidelijke overgangen van het wad richting duin leveren een grote biodiversiteit op. Er is een nagenoeg ongestoorde hydrodynamiek en geomorfologie aanwezig, waarin

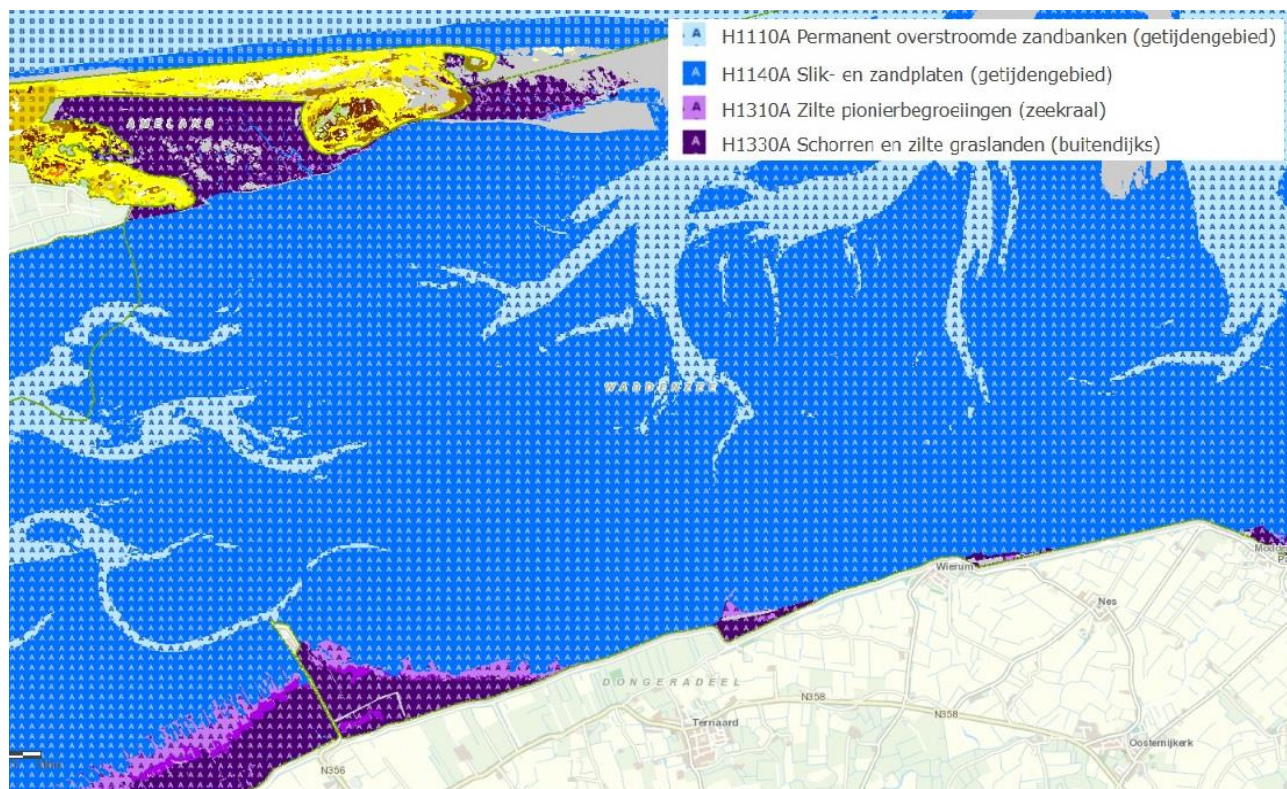
<sup>14</sup> De kwelders van de Waddeneilanden vallen grotendeels onder het Natura 2000-gebied Waddenzee.



natuurlijke processen zorgen voor instandhouding en ontwikkeling van karakteristieke leefgebieden en habitats en de grenzen van land en water voortdurend wijzigen. De identiteit van het Waddengebied wordt medebepaald door de natuurlijke samenhang tussen Waddenzee, Waddeneilanden, Noordzeekustzone en de vastelandskust en de karakteristieke overgangen tussen land en zee, zoet en zout en droog en nat. Het Natura 2000-gebied is aangewezen voor 13 habitattypen, 6 habitatrictlijnsoorten, 13 broedvogels en 39 niet-broedvogels (Bijlage C).

### Habitattypen

Alle stikstofgevoelige habitattypen waarvoor het gebied kwalificeert liggen in het studiegebied voor de effecten van stikstofdepositie. In het studiegebied voor de bodemdaling (Figuur 7-9) zijn vijf habitattypen onderscheiden, die verdeeld worden in twee groepen: habitattypen van het wad en van de kwelders. In dit dynamische deel rond het wad, dat door getijdewerking sterk beïnvloed wordt, bevinden zich de habitattypen: permanent overstroomde zandbanken (Waddenzee) [H1110A] en slik- en zandplaten (Waddenzee) [H1140A]. Dit zijn de delen die respectievelijk niet en wel droogvallen bij laagwater. In het minder dynamische gedeelte van het gebied liggen de kwelders, die opgedeeld worden in drie habitattypen: zilte pionierbegroeiingen (zeekraal) [H1310A], slijkgrasvelden [H1320] en schorren en zilte graslanden (buitendijks) [H1330A]. De ruimtelijke spreiding van de habitattypen wordt bepaald door de frequentie, de mate en de duur van overstroming gedurende hoogwater (Figuur 7-9).



Figuur 7-9 Habitattypenkaart Natura 2000-gebied Waddenzee ter hoogte van Ternaard (bron: Provincie Fryslân, [fryslan.maps.arcgis.com](http://fryslan.maps.arcgis.com))

Over het habitatype slijkgrasvelden [H1320] wordt zowel in het aanwijzingsbesluit (Ministerie van LNV, 2008) als in het Natura 2000-beheerplan (Ministerie van I&W, 2016) gesteld dat slijkgrasvelden zoals bedoeld in de Europese Habitatrictlijn (met klein slijkgras) niet in het waddengebied voorkomen en daar vroeger ook niet aanwezig waren<sup>15</sup>. Van dit habitatype komen enkele vierkant meters voor in het

<sup>15</sup> Er zijn wel velden met de winterharde bastaard tussen klein slijkgras en Amerikaans slijkgras. Dit Engels slijkgras heeft zich met hulp van de mens over het hele waddengebied en tot ver daarbuiten verspreid. De begroeiingen met Engels slijkgras worden als een kwalitatief niet optimale vorm van het habitatype 'slijkgrasvelden' beschouwd. Deze matige vorm ontstaat vaak op plekken waar

studiegebied, waarbij het niet de inheemse soort klein slijkgras betreft, zoals bedoeld in het habitatype, maar de uitheemse, bastaardsoort Engels slijkgras (Ministerie van I&W, 2016a). Omdat het een zeer kleine oppervlak betreft, de kwaliteit ervan als matig wordt beoordeeld vanwege de niet-inheemse soort Slijkgras sprake is van een 'ten gunste van' bepaling ten behoeve van zilte pionierbegroeiingen (zeekraal) [H1310A], wordt dit habitatype ten behoeve van de beoordeling samengevoegd met het habitatype zilte pionierbegroeiingen (natte habitattypen van de kwelders).

De overige habitattypen, vooral duinhabitattypen, liggen buiten het effectbereik van het plan. Een nadere beoordeling richt zich op de hierboven genoemde habitattypen.

### Habitatrichtlijnsoorten

Gewone zeehond, grijze zeehond en de drie aangewezen vissoorten (zeeprik, rivierprik en fint) komen in het hele internationale Waddengebied voor. Ten oosten van Ameland zijn rondom Engelsmanplaat enkele bekende zeehondenligplaatsen van gewone zeehond. De grijze zeehond komt voornamelijk voor in het westelijke deel van de Waddenzee, maar wordt in toenemende mate ook in de overige delen waargenomen. Nabij de projectlocatie zijn geen bekende ligplaatsen van grijze zeehond bekend (Ministerie van I&M, 2016a). De vissoorten zijn anadrome soorten, dat wil zeggen vissen die als volwassen exemplaren vanuit zee de rivieren optrekken om daar te paaien. Een belangrijk deel van het leven wordt op zee doorgebracht, waarbij de Waddenzee van groot belang is als doortrek- en opgroeigebied (Ministerie van I&M, 2016a). De nauwe korfslak is een typische soort van duinvalleien, maar is in de omgeving alleen bekend van duintjes op de kwelders van Schiermonnikoog (Boesveld et al, 2014).

### Broedvogels

De aangewezen broedvogels zijn kenmerkende soorten van duinen, kwelders en stranden. Binnen het studiegebied voor bodemdaling en verstoring liggen alleen de kwelders aan de Friese waddenkust, duinen ontbreken binnen het gebied (nota bene, het gaat hierbij om de beoordeling van de gevolgen van de bodemdaling en niet om de beoordeling van het extra volume zandsuppleties of stikstofdepositie). Negatieve effecten op broedvogels van het duingebied worden hierdoor op voorhand uitgesloten.

Langs de kust van het vaste land is het aandeel potentieel geschikt broedgebied klein. Dit zijn alleen de kwelders 't Skoar ter hoogte van Ternaard en de kwelder de Kromme Horne bij Wierum. Beide zijn door de omvang, de ligging tegen de dijk en het beheer marginaal geschikt als broedgebied. Van deze kwelder zijn ook geen kolonies of broedvogels bekend<sup>16</sup>. Er kan wel sprake zijn van broedvogels in een lagere dichtheid. Effecten door verstoring en bodemdaling zijn in het voorgaande al uitgesloten. Negatieve effecten op broedvogels van de kwelders zijn om die reden uitgesloten.

### Niet-broedvogels

De Waddenzee vormt voor niet-broedvogels een belangrijk gebied om te rusten en te foerageren. Gedurende de trekperiode in het voor- en najaar foerageren een groot aantal vogels op de droogvallende wadplaten en rusten tijdens hoogwater op kwelders of andere droogblijvende delen, zogenaamde hoogwatervluchtplaatsen (hvp's). Voor enkele soorten, zoals steenloper, bontbekplevier en scholekster, vormen naast de kwelders ook taluds van dijken, havens en pieren belangrijke foerageer- en rustplaatsen. Een wijziging in het areaal of kwaliteit droogvallende platen of kwelders kan van invloed zijn op deze soorten. Het effectbereik van de bodemdaling ligt grotendeels onder het kombergingsgebied van het Pinkegat en voor een zeer klein deel onder het kombergingsgebied van het Borndiep. In beide kombergingsgebieden is een verscheidenheid aan habitats (geulen, droogvallende platen en enkele kwelders) aanwezig van de aangewezen niet-broedvogels. De vogelsoorten kunnen op basis van leef- en foerageerwijze ingedeeld worden in groepen met dezelfde eigenschappen:

- Viseters.
- Grondeleenden.
- Benthoseters (eenden en steltlopers).
- Kwelder foerageerders (grasetende soorten).

---

kwelders eroderen. Herstel van de kwaliteit van de door klein slijkgras gedomineerde vormen van het habitatype wordt op dit moment niet als haalbaar gezien, doordat de vegetaties tegenwoordig geheel uit Engels slijkgras bestaan.

<sup>16</sup> Alleen ten westen van Holwerd ligt een grotere kwelder, waar ook kolonies van sterns bekend zijn (Rijkswaterstaat, 2016). Deze kwelder ligt buiten het studiegebied.

- Roofvogels.

De geulen vormen het foerageergebied voor visetende soorten en duikeenden en op de droogvallende platen foerageren hoofdzakelijk de benthoseters. De kwelders zijn het foerageer- en rustgebieden voor met name ganzen, eenden en steltlopers. De grondeleenden komen wisselend voor op droogvallende platen, lage kwelders en in permanent water op de hoge kwelders. Alle soorten komen buiten het broedseizoen verspreid over de hele Waddenzee voor en daarmee ook in het kombergingsgebied van het Pinkegat ten zuiden van Ameland-oost.

### 7.3.2 Noordzeekustzone

Bij de beschrijving van het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone is reeds rekening gehouden met de vaststelling in het voorgaande hoofdstuk dat hier alleen als gevolg van het extra volumes aan zandsuppleties en stikstofdepositie eventuele gevolgen kunnen optreden. Gevolgen op dit Natura 2000-gebied door de bodemdaling als gevolg van de gaswinning zijn in het voorgaande hoofdstuk al uitgesloten.

#### Beschrijving

De overgang van de open zee naar land wordt in ons land gevormd door de Noordzeekust. Hiervan is het gedeelte tussen Bergen en de monding van de Eems als Natura 2000-gebied Noordzeekustzone aangewezen. Deze zandige, dynamische kust is internationaal gezien een zeldzaam biotoop en herbergt lokaal grote hoeveelheden schelpdieren. Mede daardoor vormt het in de winter een belangrijk foerageergebied voor soorten als zwarte zee-eend en eidereend. Het gebied is ook een belangrijke kraamkamer voor mariene vissoorten.

De Noordzeekustzone loopt vanaf de enkele tientallen meters diepe zee geleidelijk op naar het strand. De begrenzing van het Natura 2000-gebied volgt aan de vastelandskust de laagwaterlijn, op de Waddeneilanden de voet van het duin en ligt aan de zeezijde op drie zeemijl (ongeveer 5,5 kilometer) voor de kust, op een diepte van ongeveer 20 meter. Deze vooroever bestaat voor het grootste deel uit fijn zand; alleen lokaal vormt grover zand de onderwaterbodem. Het betreft een dynamisch gebied, met hoge stroomsnelheden, sterke schommelingen in zoutgehalten (mede onder invloed van de aanvoer van zoetwater vanuit de rivieren dat via de Noordzee en het IJsselmeer de Noordzeekustzone bereikt) en sterke temperatuurwisselingen gedurende het jaar. Het gebied hangt functioneel samen met de diepere delen van de Noordzee en de Waddenzee: met beide vindt sterke uitwisseling van sediment plaats. Binnen de Noordzeekustzone wordt voortdurend materiaal afgezet en weer verplaatst als gevolg van zeestromingen en golfwerking. Het Natura 2000-gebied heeft een oppervlakte van 123.134 hectare (bron: <http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx>).

#### Habitattypen

Slechts een vijftal stikstofgevoelige habitattypen waarvoor het gebied kwalificeert liggen in het studiegebied voor de effecten van stikstofdepositie. Het gaat om H3130A Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal), H1310B Zilte pionierbegroeiingen (zevetmuur), H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks), H2110 Embryonale duinen en H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk).

In het studiegebied voor de morfologische effecten (zandsuppleties) liggen vooral de habitattypen H1110B, Permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone) en H1140B, Slik- en zandplaten (Noordzeekustzone). Omdat ook de meest oostelijke punt van de kwelder van Ameland valt onder het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone, komen ook de habitattypen H1330A, Schorren en zilte graslanden (buitendijks), H2110, Embryonale duinen en H2120, Witte duinen voor. Net als voor de Waddenzee zijn dit respectievelijk het dynamische en minder dynamische deel van het Natura 2000-gebied (variërend van permanent overstroomd tot permanent boven zeeniveau).

#### Habitatrichtlijnsoorten

Gewone zeehond, grijze zeehond, bruinvis en de drie aangewezen vissoorten (zeeprik, rivierprik en fint) komen in de hele internationale Noordzee voor. Voor de zeehonden geldt dat binnen het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone vooral gefoerageerd wordt, nabij Ameland zijn geen bekende zeehondenligplaatsen van gewone en grijze zeehond (Ministerie van I&M, 2016b). De vissoorten zijn



anadrome soorten, dat wil zeggen vissen die als volwassen exemplaren vanuit zee de rivieren optrekken om daar te paaien. Een belangrijk deel van het leven wordt op zee doorgebracht, waarbij de Noordzeekustzone van groot belang is als doortrek- en opgroeigebied (Ministerie van I&M, 2016b).

### Broedvogels

De drie aangewezen broedvogels (bontbekplevier, strandplevier, dwergstern) zijn kenmerkende soorten van zandplaten en stranden. Binnen het studiegebied ligt alleen de oostpunt van Ameland (De Hon). De Hon is in het beheerplan aangemerkt als beschermingszone voor de drie kustbroedvogels. Van het hoge deel van het strand, op de grens met de Natura 2000-gebieden Duinen Ameland en Waddenzee is een kleine kolonie van dwergsterns aanwezig (Ministerie van I&M, 2016b).

### Niet-broedvogels

Voor de niet-broedvogels vormt de Noordzeekustzone vooral een belangrijk foerageer- en rustgebied gedurende de trekperiode of als overwinteringsgebied voor visetende en benthosetende soorten. Een wijziging in het areaal of kwaliteit van het voedsel in de bodem (permanent overstroomde zandbanken) kan van invloed zijn op deze soorten. Het effectbereik ligt grotendeels over het gebied grenzend aan het kombergingsgebied van het Pinkegat, waar een verscheidenheid aan habitats aanwezig is van de aangewezen niet-broedvogels (geulen, droogvallende platen en stranden). De vogelsoorten kunnen op basis van leef- en foerageerwijze ingedeeld worden in groepen met dezelfde eigenschappen:

- Viseters.
- Benthoseters (eenden en steltlopers).
- Omnivoren (meeuwen).

De overstroomde zandbanken vormen het foerageergebied voor visetende soorten en benthoseters (duikeenden). Op het beperkte areaal droogvallende platen foerageren hoofdzakelijk de benthoseters (steltlopers). De dwergmeeuw foerageert op vis en ongewervelden vanaf het wateroppervlak. Alle soorten komen verspreid over de hele Noordzeekustzone en daarmee ook ter hoogte van de kustzone ter hoogte van het kombergingsgebied van het Pinkegat, Ameland-oost.

## 7.3.3 Duinen Ameland

Bij de beschrijving van het Natura 2000-gebied Duinen Ameland is reeds rekening gehouden met de vaststelling in het voorgaande hoofdstuk dat hier alleen als gevolg van het extra volumes aan zandsuppleties en stikstofdepositie eventuele gevolgen kunnen optreden. Gevolgen op dit Natura 2000-gebied door de bodemdaling als gevolg van de gaswinning zijn in het voorgaande hoofdstuk al uitgesloten.

### Beschrijving

Het gebied Duinen Ameland wordt landschappelijk gekenmerkt door een uitgestrekt duingebied dat zich over de gehele lengte van het eiland uitstrekt. In het oosten en in de noordwesthoek groeit het eiland aan, ter hoogte van Nes en Buren vindt kustafslag plaats. Het gebied heeft een grote diversiteit aan milieutypen als gevolg van de grote variatie in nat versus droog, zoet versus zout en kalkhoudend versus kalkarm. In het oosten zijn de duinen relatief kalkrijk en is de verstuivingsdynamiek hoog, waardoor de hier gelegen Kooiduinen en Oerderduinen soortenrijk zijn. In het westen zijn het laagveenmoeras van de Lange Duinen, de heideterreinen en de korstmosrijke, oude duinkoppen bij Hollum bijzonder. In de binnenduinrand is een groot areaal aan natte duinheiden aanwezig met kraaihei en dophei. Het gebied omvat ook een paar kleine boscomplexen die bestaan uit aangeplant naald- en loofbos en spontane opslag (bron: <http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx>).

### Habitattypen

Alle stikstofgevoelige habitattypen waarvoor het gebied kwalificeert liggen in het studiegebied voor de effecten van stikstofdepositie. In paragraaf 9.2 is dit verder uitgewerkt. In het studiegebied voor de effecten van de kustsuppleties zijn met name de duinen grenzend aan de zeereep (overwegend witte duinen) van belang, maar effecten op andere (grijze) duinen zijn niet op voorhand uit te sluiten, waardoor deze duinhabitats ook relevant zijn.

### Habitatrichtlijnsoorten

Beide habitatrichtlijnsoorten waarvoor het gebied kwalificeert (grijze zeehond en groenknolorchis) zijn relevant voor de effecten van de zandsuppleties. De groenknolorchis groeit in het habitatype vochtige duinvalleien en wordt via dat habitatype al getoetst op de effecten van stikstofdepositie.

### Broedvogels

Voor de effecten van zandsuppleties zijn alleen de kustbroeders relevant, en deze soorten behoren niet tot de instandhoudingsdoelstelling van het Natura 2000-gebied Duinen Ameland. Effecten op het leefgebied van deze soorten door stikstofdepositie wordt beoordeeld via de toets van de habitattypen

### Niet-broedvogels

Het Natura 2000-gebied Duinen Ameland kwalificeert niet voor niet-broedvogels,

## 7.3.4 Duinen Schiermonnikoog

Bij de beschrijving van het Natura 2000-gebied Duinen Ameland is reeds rekening gehouden met de vaststelling in het voorgaande hoofdstuk dat hier alleen als gevolg van het extra volumes aan zandsuppleties en stikstofdepositie eventuele gevolgen kunnen optreden. Gevolgen op dit Natura 2000-gebied door de bodemdaling als gevolg van de gaswinning zijn in het voorgaande hoofdstuk al uitgesloten.

### Beschrijving

Schiermonnikoog is één van de kleinste en meest ongerepte eilanden in de Waddenzee. Het gebied Duinen Schiermonnikoog wordt landschappelijk gekenmerkt door een uitgestrekt duingebied dat zich over een groot deel van de westelijke helft van het eiland uitstrekt. Het duingebied heeft een grote diversiteit en goed ontwikkelde kalkrijke duinvalleien. In het gebied komen lokaal duinblauwgraslanden (drogere en zuurdere vormen van blauwgrasland) (Hertenbos, Kapenglop) en heischraal grasland (met borstelgras e.d.) voor. Vroeger is over een gedeelte van het westelijk en centraal deel naaldbos aangeplant. Het areaal bos is later door spontane ontwikkeling (loofbos) uitgebreid tot een aanzienlijk oppervlak. Aan de westzijde omvat het gebied ook een zoetwaterplas, de Westerplas. Verstuiving is over een kleine oppervlakte in gang gezet, in het oostelijk deel is een natuurlijk gat in de stuifdijk geslagen, waardoor zeewater beperkt binnenstroomt (Bron: <http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx>).

### Habitattypen

Alle stikstofgevoelige habitattypen waarvoor het gebied kwalificeert liggen in het studiegebied voor de effecten van stikstofdepositie. In paragraaf 9.2 is dit verder uitgewerkt. In het studiegebied voor de effecten van de kustsuppleties zijn met name de duinen grenzend aan de zeereep (overwegend witte duinen) van belang, maar effecten op andere (grijze) duinen zijn niet op voorhand uit te sluiten, waardoor deze duinhabitats ook relevant zijn.

### Habitatrichtlijnsoorten

De habitatrichtlijnsoort waarvoor het gebied kwalificeert (groenknolorchis) groeit in het habitatype vochtige duinvalleien en wordt via dat habitatype al getoetst op de effecten van stikstofdepositie.

### Broedvogels

Voor de effecten van zandsuppleties zijn alleen de kustbroeders relevant, en deze soorten behoren niet tot de instandhoudingsdoelstelling van het Natura 2000-gebied Duinen Schiermonnikoog. Effecten op het leefgebied van deze soorten door stikstofdepositie wordt beoordeeld via de toets van de habitattypen.

### Niet-broedvogels

Het Natura 2000-gebied Duinen Schiermonnikoog kwalificeert niet voor niet-broedvogels.

## 7.4 Samenvatting

In dit hoofdstuk is voor een aantal habitattypen, habitatsoorten en broedvogel- en niet-broedvogelsoorten vastgesteld dat effecten door het project op voorhand kunnen worden uitgesloten. Samen met de afbakening van effecten die in hoofdstuk 6 is beschreven kan daarmee voor een aantal instandhoudingsdoelstellingen een effect op voorhand worden uitgesloten. In de onderstaande tabel is opgenomen voor welke habitattypen, habitatsoorten en broedvogel- en niet-broedvogelsoorten geldt dat effecten hierop op voorhand kunnen worden uitgesloten. Daarmee zullen in de volgende hoofdstukken, waarin de effectbepaling en -beoordeling is opgenomen, deze niet meer worden opgenomen.

*Tabel 7-3 Selectie van instandhoudingsdoelen waarop effecten op grond van de effectafbakening kunnen worden uitgesloten. Per aspect is met een X aangegeven als een effect op basis van de effectafbakening kan worden uitgesloten. Dit is het geval wanneer het betreffende instandhoudingsdoel geen ruimtelijke overlap heeft met het effectgebied. Met een X<sup>1)</sup> is aangeduid dat de betreffende soort mogelijk wel gevoelig is voor verandering van het leefgebied door stikstofdepositie, maar dat dit effect getoetst wordt op het niveau van het leefgebied en niet voor de individuele soort*

*Effecten door oppervlakteverlies, verstoring en verandering in de populatiedynamiek treden nergens op en zijn daarom ook niet in deze tabel opgenomen*

| Waddenzee                                                 | Bodemdaling | Stikstofdepositie in de aanlegfase | Extra volume zandsuppleties |
|-----------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Habitattypen</b>                                       |             |                                    |                             |
| H1110A Permanent overstroomde zandbanken (getijdengebied) |             | ●                                  | ●                           |
| H1130 Estuaria                                            | ●           | ●                                  | ●                           |
| H1140A Slik- en zandplaten (getijdengebied)               |             | ●                                  | ●                           |
| H1310A Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)               |             |                                    | ●                           |
| H1310B Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)             | ●           |                                    | ●                           |
| H1320 Slijkgrasvelden                                     |             |                                    | ●                           |
| H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks)         |             |                                    | ●                           |
| H1330B Schorren en zilte graslanden (binnendijks)         | ●           |                                    | ●                           |
| H2110 Embryonale duinen                                   | ●           |                                    | ●                           |
| H2120 Witte duinen                                        | ●           |                                    | ●                           |
| H2130A Grijze duinen (kalkrijk)                           | ●           |                                    | ●                           |
| H2130B Grijze duinen (kalkarm)                            | ●           |                                    | ●                           |
| H2160 Duindoornstruwelen                                  | ●           |                                    | ●                           |
| H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)                   | ●           |                                    | ●                           |
| <b>Habitatrichtlijnsoorten</b>                            |             |                                    |                             |
| H1014 Nauwe korfslak                                      | ●           | ●                                  | ●                           |

| Waddenzee                   | Bodemdaling | Stikstofdepositie in de aanlegfase | Extra volume zandsuppleties |
|-----------------------------|-------------|------------------------------------|-----------------------------|
| H1095 Zeeprik               | ●           | ●                                  | ●                           |
| H1099 Rivierprik            | ●           | ●                                  | ●                           |
| H1103 Fint                  | ●           | ●                                  | ●                           |
| H1364 Grijze zeehond        |             | ●                                  | ●                           |
| H1365 Gewone zeehond        |             | ●                                  | ●                           |
| <b>Broedvogels</b>          |             |                                    |                             |
| <i>Duinen</i>               |             |                                    |                             |
| A081 Bruine kiekendief      | ●           | ●                                  | ●                           |
| A082 Blauwe kiekendief      | ●           | ●                                  | ●                           |
| A222 Velduil                | ●           | ●                                  | ●                           |
| <i>Kwelders en stranden</i> |             |                                    |                             |
| A034 Lepelaar               |             | ● <sup>1)</sup>                    | ●                           |
| A063 Eider                  |             | ● <sup>1)</sup>                    | ●                           |
| A132 Kluut                  |             | ● <sup>1)</sup>                    | ●                           |
| A137 Bontbekplevier         |             | ● <sup>1)</sup>                    | ●                           |
| A138 Strandplevier          |             | ● <sup>1)</sup>                    | ●                           |
| A183 Kleine mantelmeeuw     |             | ● <sup>1)</sup>                    | ●                           |
| A191 Grote stern            |             | ● <sup>1)</sup>                    | ●                           |
| A193 Visdief                |             | ● <sup>1)</sup>                    | ●                           |
| A194 Noordse stern          |             | ● <sup>1)</sup>                    | ●                           |
| A195 Dwergstern             |             | ● <sup>1)</sup>                    | ●                           |
| <b>Niet-broedvogels</b>     |             |                                    |                             |
| <i>Visetende soorten</i>    |             |                                    |                             |
| A005 Fuut                   | ●           | ●                                  | ●                           |
| A017 Aalscholver            | ●           | ●                                  | ●                           |
| A034 Lepelaar               | ●           | ●                                  | ●                           |
| A069 Middelste zaagbek      | ●           | ●                                  | ●                           |



| Waddenzee                                 | Bodemdaling | Stikstofdepositie in de aanlegfase | Extra volume zandsuppleties |
|-------------------------------------------|-------------|------------------------------------|-----------------------------|
| A070 Grote zaagbek                        | ●           | ●                                  | ●                           |
| A197 Zwarte stern                         | ●           | ●                                  | ●                           |
| <i>Duik- en grondeleenden</i>             |             |                                    |                             |
| A052 Wintertaling                         | ●           | ●                                  | ●                           |
| A053 Wilde eend                           | ●           | ●                                  | ●                           |
| A054 Pijlstaart                           | ●           | ●                                  | ●                           |
| A056 Slobeend                             | ●           | ●                                  | ●                           |
| A067 Brilduiker                           | ●           | ●                                  | ●                           |
| A051 Krakeend                             | ●           | ●                                  | ●                           |
| A061 Kuifeend                             | ●           | ●                                  | ●                           |
| <i>Naar schelpdieren duikende soorten</i> |             |                                    |                             |
| A062 Topper                               | ●           | ●                                  | ●                           |
| A063 Eider                                | ●           | ●                                  | ●                           |
| <i>Kwelderfoerageerders</i>               |             |                                    |                             |
| A037 Kleine zwaan                         |             | ● <sup>1)</sup>                    | ●                           |
| A039b Toendrarietgans                     |             | ● <sup>1)</sup>                    | ●                           |
| A043 Grauwe gans                          |             | ● <sup>1)</sup>                    | ●                           |
| A045 Brandgans                            |             | ● <sup>1)</sup>                    | ●                           |
| A046 Rotgans                              |             | ● <sup>1)</sup>                    | ●                           |
| A050 Smient                               |             | ● <sup>1)</sup>                    | ●                           |
| <i>Benthoseters</i>                       |             |                                    |                             |
| A048 Bergeend                             |             | ●                                  | ●                           |
| A130 Scholekster                          |             | ●                                  | ●                           |
| A132 Kluut                                |             | ●                                  | ●                           |
| A137 Bontbekplevier                       |             | ●                                  | ●                           |
| A140 Goudplevier                          |             | ●                                  | ●                           |
| A141 Zilverplevier                        |             | ●                                  | ●                           |

| Waddenzee                | Bodemdaling | Stikstofdepositie in de aanlegfase | Extra volume zandsuppleties |
|--------------------------|-------------|------------------------------------|-----------------------------|
| A142 Kievit              |             | ●                                  | ●                           |
| A143 Kanoet              |             | ●                                  | ●                           |
| A144 Drieteenstrandloper |             | ●                                  | ●                           |
| A147 Krombekstrandloper  |             | ●                                  | ●                           |
| A149 Bonte strandloper   |             | ●                                  | ●                           |
| A156 Grutto              |             | ●                                  | ●                           |
| A157 Rosse grutto        |             | ●                                  | ●                           |
| A160 Wulp                |             | ●                                  | ●                           |
| A161 Zwarte ruiter       |             | ●                                  | ●                           |
| A162 Tureluur            |             | ●                                  | ●                           |
| A164 Groenpootruiter     |             | ●                                  | ●                           |
| A169 Steenloper          |             | ●                                  | ●                           |
| <i>Roofvogels</i>        |             |                                    |                             |
| A103 Slechtvalk          | ●           | ●                                  | ●                           |

| Noordzeekustzone                                             | Bodemdaling | Stikstofdepositie in de aanlegfase | Extra volume zandsuppleties |
|--------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Habitattypen</b>                                          |             |                                    |                             |
| H1110B Permanent overstroomde zandbanken (Noordzee-kustzone) | ●           | ●                                  |                             |
| H1140B Slik- en zandplaten (Noordzee-kustzone)               | ●           | ●                                  |                             |
| H1310A Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)                  | ●           |                                    |                             |
| H1310B Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)                | ●           |                                    |                             |
| H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks)            | ●           |                                    |                             |
| H2110 Embryonale duinen                                      | ●           |                                    |                             |
| H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)                      | ●           |                                    |                             |

| Noordzeekustzone                          | Bodemdaling | Stikstofdepositie in de aanlegfase | Extra volume zandsuppleties |
|-------------------------------------------|-------------|------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Habitatrichtlijnsoorten</b>            |             |                                    |                             |
| H1095 Zeeprik                             | ●           | ●                                  |                             |
| H1099 Rivierprik                          | ●           | ●                                  |                             |
| H1103 Fint                                | ●           | ●                                  |                             |
| H1351 Bruinvis                            | ●           | ●                                  |                             |
| H1364 Grijze zeehond                      | ●           | ●                                  |                             |
| H1365 Gewone zeehond                      | ●           | ●                                  |                             |
| H1903 Groenknolorchis                     | ●           | ● <sup>1)</sup>                    |                             |
| <b>Broedvogels</b>                        |             |                                    |                             |
| <i>Kwelders en stranden</i>               |             |                                    |                             |
| A137 Bontbekplevier                       | ●           | ● <sup>1)</sup>                    |                             |
| A138 Strandplevier                        | ●           | ● <sup>1)</sup>                    |                             |
| A195 Dwergstern                           | ●           | ● <sup>1)</sup>                    |                             |
| <b>Niet-broedvogels</b>                   |             |                                    |                             |
| <i>Visetende soorten</i>                  |             |                                    |                             |
| A001 Roodkeelduiker                       | ●           | ●                                  |                             |
| A002 Parelduiker                          | ●           | ●                                  |                             |
| A017 Aalscholver                          | ●           | ●                                  |                             |
| <i>Naar schelpdieren duikende soorten</i> |             |                                    |                             |
| A062 Topper                               | ●           | ●                                  |                             |
| A063 Eider                                | ●           | ●                                  |                             |
| A065 Zwarte zee-eend                      | ●           | ●                                  |                             |
| <i>Benthoseters</i>                       |             |                                    |                             |
| A048 Bergeend                             | ●           | ●                                  |                             |
| A130 Scholekster                          | ●           | ●                                  |                             |
| A132 Kluut                                | ●           | ●                                  |                             |
| A137 Bontbekplevier                       | ●           | ●                                  |                             |

| Noordzeekustzone         | Bodemdaling | Stikstofdepositie in de aanlegfase | Extra volume zandsuppleties |
|--------------------------|-------------|------------------------------------|-----------------------------|
| A141 Zilverplevier       | ●           | ●                                  |                             |
| A143 Kanoet              | ●           | ●                                  |                             |
| A144 Drieteenstrandloper | ●           | ●                                  |                             |
| A149 Bonte strandloper   | ●           | ●                                  |                             |
| A157 Rosse grutto        | ●           | ●                                  |                             |
| A160 Wulp                | ●           | ●                                  |                             |
| A169 Steenloper          | ●           | ●                                  |                             |
| A177 Dwergmeeuw          | ●           | ●                                  |                             |

| Duinen Ameland                                    | Bodemdaling | Stikstofdepositie in de aanlegfase | Extra volume zandsuppleties |
|---------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Habitattypen                                      |             |                                    |                             |
| H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks) | ●           |                                    |                             |
| H2120 Witte duinen                                | ●           |                                    |                             |
| H2130 A Grijze duinen (kalkrijk)                  | ●           |                                    |                             |
| H2130 B Grijze duinen (kalkarm)                   | ●           |                                    |                             |
| H2130 C Grijze duinen (heischraal)                | ●           |                                    |                             |
| H2140A Duinheiden met kraaihei (vochtig)          | ●           |                                    |                             |
| H2140 B Duinheiden met kraaihei (droog)           | ●           |                                    |                             |
| H2150 Duinheiden met struikhei                    | ●           |                                    |                             |
| H2160 Duindoornstruwelen                          | ●           |                                    |                             |
| H2170 Kruipwilgstruwelen                          | ●           |                                    |                             |
| H2180A Duinbossen (droog)                         | ●           |                                    |                             |
| H2180B Duinbossen (vochtig)                       | ●           |                                    |                             |
| H2180C Duinbossen (binnenduinrand)                | ●           |                                    |                             |

| Duinen Ameland                                    | Bodemdaling | Stikstofdepositie in de aanlegfase | Extra volume zandsuppleties |
|---------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|-----------------------------|
| H2190A Vochtige duinvalleien (open water)         | ●           |                                    |                             |
| H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)           | ●           |                                    |                             |
| H2190C Vochtige duinvalleien (ontkalkt)           | ●           |                                    |                             |
| H2190D Vochtige duinvalleien (hoge moerasplanten) | ●           |                                    |                             |
| H6230 Heischrale graslanden                       | ●           |                                    |                             |
| Habitatrichtlijnsoorten                           |             |                                    |                             |
| H1364 Grijs zeehond                               | ●           | ●                                  |                             |
| H1903 Groenknolorchis                             | ●           | ●                                  |                             |
| Broedvogels                                       |             |                                    |                             |
| Duinen & Duinvalleien                             |             |                                    |                             |
| A021 Roerdomp                                     | ●           | ● <sup>1)</sup>                    |                             |
| A063 Eider                                        | ●           | ● <sup>1)</sup>                    |                             |
| H081 Bruine Kiekendief                            | ●           | ● <sup>1)</sup>                    |                             |
| A082 Blauwe Kiekendief                            | ●           | ● <sup>1)</sup>                    |                             |
| A119 Porseleinhoen                                | ●           | ● <sup>1)</sup>                    |                             |
| A222 Velduil                                      | ●           | ● <sup>1)</sup>                    |                             |
| A277 Tapuit                                       | ●           | ● <sup>1)</sup>                    |                             |
| A295 Rietzanger                                   | ●           | ● <sup>1)</sup>                    |                             |
| A338 Grauwe Klauwier                              | ●           | ● <sup>1)</sup>                    |                             |

| Duinen Schiermonnikoog                            | Bodemdaling | Stikstofdepositie in de aanlegfase | Extra volume zandsuppleties |
|---------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Habitattypen                                      |             |                                    |                             |
| H1310B Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)     | ●           |                                    | ●                           |
| H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks) | ●           |                                    | ●                           |

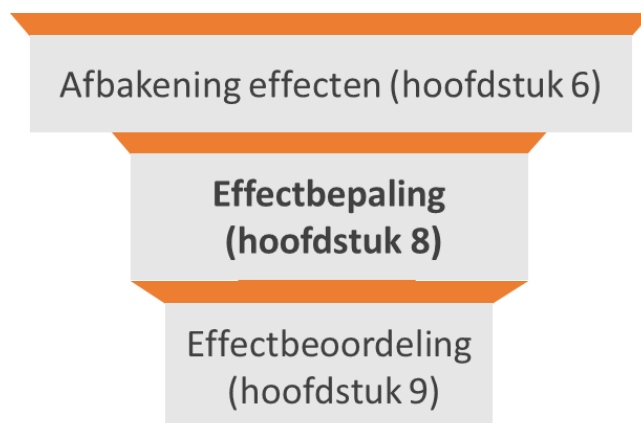


| Duinen Schiermonnikoog                            | Bodemdaling | Stikstofdepositie<br>in de aanlegfase | Extra volume<br>zandsuppleties |
|---------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| H2120 Witte duinen                                | ●           |                                       | ●                              |
| H2130A Grijs duinen (kalkrijk)                    | ●           |                                       | ●                              |
| H2130B Grijs duinen (kalkarm)                     | ●           |                                       | ●                              |
| H2130C Grijs duinen (heischraal)                  | ●           |                                       | ●                              |
| H2160 Duindoornstruwelen                          | ●           |                                       | ●                              |
| H2170 Kruipwilgstruwelen                          | ●           |                                       | ●                              |
| A2180A Duinbossen (droog)                         | ●           |                                       | ●                              |
| H2180B Duinbossen (vochtig)                       | ●           |                                       | ●                              |
| H2180C Duinbossen (binnenduinrand)                | ●           |                                       | ●                              |
| H2190A Vochtige duinvalleien (open water)         | ●           |                                       | ●                              |
| H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)           | ●           |                                       | ●                              |
| H2190C Vochtige duinvalleien (ontkalkt)           | ●           |                                       | ●                              |
| H2190D Vochtige duinvalleien (hoge moerasplanten) | ●           |                                       | ●                              |
| H6410 Blauwgraslanden                             | ●           |                                       | ●                              |
| Habitatrichtlijnsoorten                           |             |                                       |                                |
| H1903 Groenknolorchis                             | ●           | ● <sup>1)</sup>                       | ●                              |
| Broedvogels                                       |             |                                       |                                |
| <i>Duinen &amp; Duinvalleien</i>                  |             |                                       |                                |
| A021 Roerdomp                                     | ●           | ● <sup>1)</sup>                       | ●                              |
| A063 Eider                                        | ●           | ● <sup>1)</sup>                       | ●                              |
| A081 Bruine Kiekendief                            | ●           | ● <sup>1)</sup>                       | ●                              |
| A082 Blauwe Kiekendief                            | ●           | ● <sup>1)</sup>                       | ●                              |
| A222 Velduil                                      | ●           | ● <sup>1)</sup>                       | ●                              |
| A275 Paapje                                       | ●           | ● <sup>1)</sup>                       | ●                              |
| A277 Tapuit                                       | ●           | ● <sup>1)</sup>                       | ●                              |

## 8 EFFECTBEPALING

### 8.1 Inleiding

Hiervoor is in hoofdstuk 6 beschreven welke effecten wel en welke niet kunnen optreden bij de gasboring en gaswinning Ternaard, waarbij ook is ingegaan op de effecten door de extra kustsuppleties die ten gevolge van de met de gaswinning samenhangende bodemdaling nodig zijn. In Tabel 6-1 in paragraaf 6.1.16.3 is opgenomen welke potentiële effecten kunnen optreden. Daarna is in Hoofdstuk 7 beschreven welke morfologische kenmerken en welke Natura 2000-instandhoudingsdoelen de betrokken Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone hebben. Aan het einde van Hoofdstuk 7 is per Natura 2000-gebied een tabel opgenomen waarin is aangegeven op welke habitattypen en soorten effecten kunnen worden uitgesloten, zodat een beperkt aantal potentiële effecten overblijven. In het voorliggende hoofdstuk 8 (Effectbepaling) wordt voor deze potentiële effecten bepaald wat de mogelijke effecten zijn op de morfologische kenmerken van de Waddenzee en op de instandhoudingsdoelstellingen. Alleen effecten die op basis van deze effectbepaling niet met zekerheid kunnen worden uitgesloten, worden in het volgende hoofdstuk nader beoordeeld.



### 8.2 Morfologische effectbepaling

De beoordeling voor de morfologische veranderingen heeft alleen betrekking op de winning. De effectketen loopt geheel via de bodemdaling die door de gaswinning onder de Waddenzee optreedt. Tijdens de aanlegfase vinden geen effecten plaats op de morfologie en daarom vindt in deze paragraaf alleen een beoordeling van de winning plaats.

#### 8.2.1 Grootschalige sedimentatie

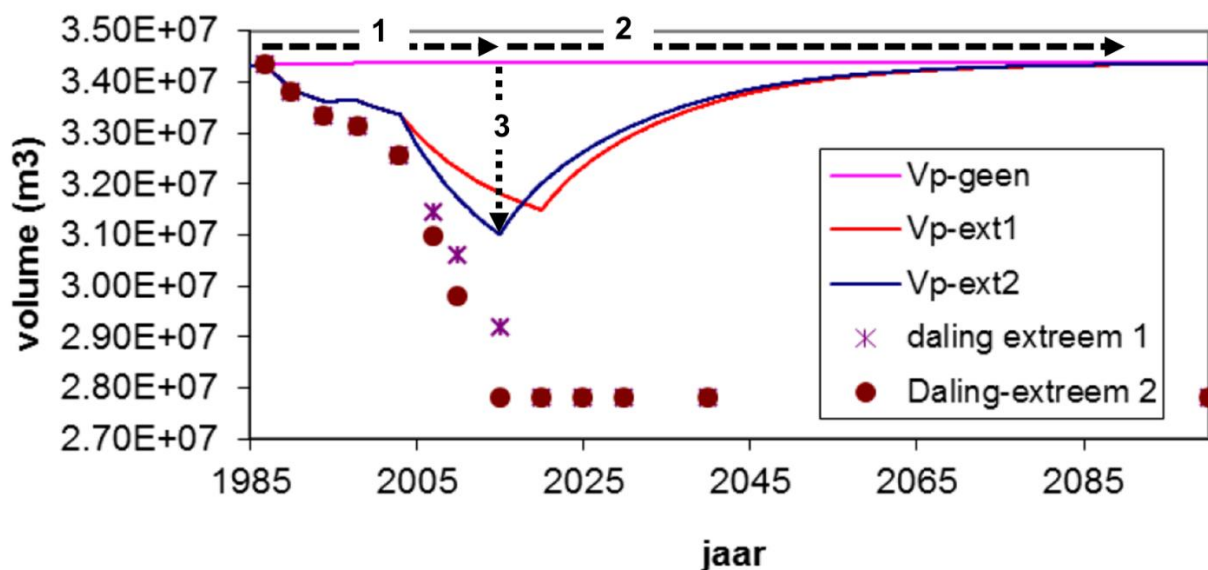
Bij de bodemdaling die optreedt bij de gaswinning wordt de beschikbare gebruiksruimte per kombergingsgebied als harde grens gehanteerd. Deze randvoorwaarde wordt op voorhand toegepast bij het vaststellen van het maximaal winbare volume aan gas en tijdens de winning door te werken volgens de HadK-systematiek, zoals is beschreven in Hoofdstuk 4. De bodemdaling door alle gaswinning (de voorgenomen gaswinning Ternaard en de bestaande gaswinningen Ameland en MLV) in de beïnvloede kombergingsgebieden Pinkegat en Borndiep zal daarom in combinatie met de zeespiegelstijging het meegroeivermogen van de betreffende kombergingsgebieden nooit overschrijden (Figuur 4-1). Omdat de omvang van de bodemdaling door de gaswinningen het meegroeivermogen niet overschrijdt als gevolg van de bodemdaling door gaswinning, blijven het geomorfologische evenwicht en de sedimentbalans van de kombergingsgebieden in stand. Dit is aangetoond in de Passende beoordeling voor de gaswinning Waddenzee (Ministerie van Economische Zaken, 2006), in aanvullend onderzoek dat is uitgevoerd als onderdeel van de monitoring bij die gaswinning (Wang *et al.*, 2017) en in onderzoek in opdracht van de Waddenacademie (van der Spek, 2018, Wang *et al.*, 2018). Deze onderzoeken omvatten alle bodemdaling onder de kombergingsgebieden, ongeacht het gasveld of de gasvelden waaruit de winning plaatsvindt. De resultaten van deze onderzoeken zijn daarom ook van toepassing op de bodemdaling door de gaswinning

Ternaard. Het toepassen van de HadK-systematiek, zoals uitgebreid beschreven in Hoofdstuk 3, betekent dat geen effecten zullen optreden op de kenmerkende morfologische elementen en processen in de Waddenzee. Structurele effecten op de sedimenthuishouding en de morfologie van de Waddenzee als gevolg van de bodemdaling door gaswinning, waaronder de gaswinning Ternaard, zullen dan ook niet optreden.

## 8.2.2 Plaatareaal, droogvalduur

De modellen voor het berekenen van de gevolgen van de bodemdaling op de morfologie, waaronder het ASMITA-model (Oost et al., 1998; Wang et al., 2017; 2018), laten allemaal een tijdelijke afname zien van het sedimentvolume van de droogvallende platen. Deze tijdelijke en beperkte afname van het sedimentvolume van de platen, triggert de aanvoer van extra sediment vanuit de kustzone en naar de platen en geulen in het kombergingsgebied. De bodemdaling die optreedt door de gaswinning brengt een extra netto transport van zand en slib op gang (extra ten opzichte van het netto transport onder invloed van de -versneld- stijgende zeespiegel), zodat de afname van het sedimentvolume van de wadplaten kleiner is dan omvang van de bodemdaling onder de wadplaten (Oost et al., 1998; Ministerie van Economische Zaken, 2006; Wang et al., 2017).

De berekende afname van het sedimentvolume van de wadplaten door Wang en Eysink (2005) en aangevuld in Wang et al. (2017), is gebruikt om de tijdelijke afname van de hoogte en het areaal van de wadplaten te bepalen. De afname van het sedimentvolume van de wadplaten is kleiner dan de bodemdaling door gaswinning, omdat 1. De bodemdaling deels onder de geulen en deels onder de wadplaten plaatsvindt; 2. Extra aanvoer van sediment plaatsvindt. De bodemdaling onder de geulen leidt niet tot een afname van het sedimentvolume van de platen. Figuur 8-1 toont de met het Asmita model gemodelleerde response van het plaatvolume bij twee hypothetische bodemdalingsscenario's, zoals die zijn opgenomen in Wang et al. (2017). In de grafiek zijn zowel de bodemdalingsvolumes getoond, als de ontwikkeling van het plaatvolume in de loop van de tijd. In de periode waarin de bodemdaling plaatsvindt (aangegeven met de pijl bij 1) is sprake van een afname van het plaatvolume. In de periode na de bodemdaling (aangegeven met de pijl bij 2) neemt het plaatvolume toe, totdat het op hetzelfde niveau is als het plaatvolume zonder bodemdaling. De maximale omvang van de volume afname (aangegeven met de pijl bij 3) is ongeveer 50% van het totale bodemdalingsvolume.



Figuur 8-1 Grafiek met de ontwikkeling van het bodemdalingsvolume in het Pinkegat bij twee scenario's 'extreem 1' en 'extreem 2' (de punten in de grafiek), de ontwikkeling van het volume sediment in de droogvallende plaat (Vp-geen), en de ontwikkeling van het sedimentvolume in de plaat onder invloed van de twee bodemdalingsscenario's (Vp-ext1: extreem 1 en Vp-ext2: extreem 2). Afkomstig uit Wang et al. (2017)

Voor het berekenen van de tijdelijke afname van het sedimentvolume van de wadplaten in het kombergingsgebied Pinkegat is uitgegaan van de berekeningsresultaten van Wang en Eysink (2005) en Wang *et al.* (2017) die zijn getoond in Figuur 8-1: de afname van het sedimentvolume van de platen door bodemdaling wordt voor 50% aangevuld door extra aanvoer van zand en slib. Aangenomen wordt dat  $\frac{1}{4}$  van de bodemdaling plaatsvindt onder geulen en  $\frac{3}{4}$  onder wadplaten. Op basis van de genoemde percentages, in combinatie met de berekende belasting van de gebruikruimte door gaswinning (meegroeivermogen van 6 mm/jaar voor het Pinkegat, in combinatie met het TNO 2016 zeespiegelstijgingsscenario) bedraagt de maximale jaarlijkse afname van het sedimentvolume van de droogvallende platen 73.000 m<sup>3</sup>. Deze tijdelijke afname van het sedimentvolume komt overeen met een afname van de hoogte van de platen met maximaal 1,6 mm, gemiddeld over alle platen in het gehele kombergingsgebied. Deze afname is kleiner dan de resolutie van centimeters die wordt gehanteerd bij het meten van de hoogte van de platen (vaklodingen Rijkswaterstaat). De droogvalpercentages van de platen veranderen niet door deze hoogteafname.

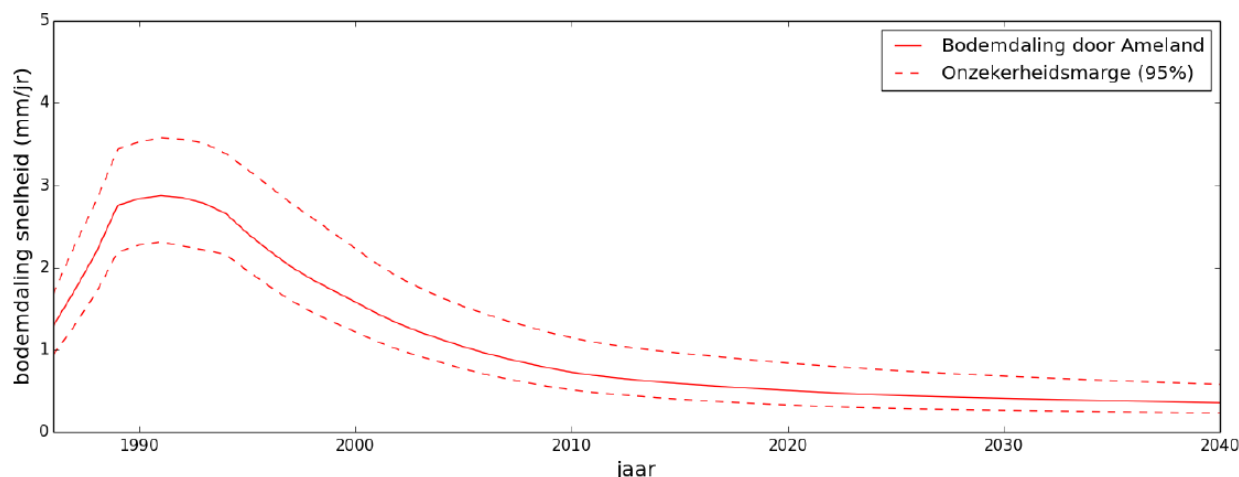
De langjarige afname van het sedimentvolume van de droogvallende platen is klein in vergelijking tot de grote variatie die optreedt op kortere tijdschalen, zoals bijvoorbeeld waargenomen met de LiDAR metingen (Schrijvershof, 2018; van der Lugt *et al.* 2019). De tijdelijke afname van het sedimentvolume leidt niet tot een meetbare of merkbare afname van het plaatareaal.

Omdat de bodemdalingsvolumes onder het Borndiep kombergingsgebied beduidend kleiner zijn dan die in het Pinkegat, zal de berekende maximale afname van de plaathoogte nog veel kleiner zijn dan de 1,6 mm. Vanwege de zeer beperkte omvang (minder dan 1 mm) is deze niet berekend.

Het toepassen van de HadK-systematiek, zoals uitgebreid beschreven in Hoofdstuk 3, betekent dat meetbare en merkbare veranderingen van het areaal en de droogvalpercentages van de wadplaten niet zullen optreden als gevolg van de bodemdaling door de gaswinning Ternaard.

De bodemdaling stopt niet volledig na het beëindigen van de gaswinning, omdat daarna nog sprake is van een zekere na-ijling van de bodemdaling. Figuur 8-2 toont de voorspelling van de reeds opgetreden en de toekomstige bodemdaling bij de gaswinning Ameland, waarbij de gemiddelde bodemdaling is weergegeven, met een onzekerheidsmarge. Duidelijk is dat de bodemdaling na aanvang van de gaswinning in eerste instantie sneller ging, tot de maximale snelheid werd bereikt in het begin van de jaren '90. Daarna is de snelheid van bodemdaling afgenomen. De 'staart' van de grafiek aan de rechterzijde is het na-ijleffect. Het na-ijleffect is nadrukkelijker in beeld gekomen bij de studies naar de tijdsafhankelijke bodemdaling (ook wel bekend als de LTS-studies, zie ook paragraaf 3.3.10), maar was ook al onderwerp van aandacht in de Passende beoordeling Gaswinning Waddenzee (Ministerie van EZ, 2006). Op het moment van opstellen van de Passende beoordeling was duidelijk dat na beëindiging van de gaswinning nog gedurende enige tijd bodemdaling zou voortduren. In de Passende beoordeling Gaswinning Waddenzee (Ministerie van EZ, 2006) is over deze na-ijling dan ook opgemerkt: *"... Aangezien het cumulatief gaat om enkele millimeters tot 2100 is er wetenschappelijk gezien redelijkerwijs geen twijfel dat dit effect de natuurwaarden van de Wadden of aangrenzende kusten niet beïnvloedt. In beide gevallen zullen deze effecten verdwijnen door sedimentatie, zolang de zeespiegelstijginsnelheid nog gebruikruimte overlaat. Mocht dat laatste niet het geval zijn (alleen bij een zeer extreme zeespiegelstijgingsontwikkeling) dan verdrinkt het gebied enkele jaren eerder dan door autonome ontwikkelingen het geval zou zijn."* De berekeningen laten zien dat met "enkele jaren" een periode van hooguit één tot twee jaar omvat. Deze beoordeling uit de Passende beoordeling Gaswinning Waddenzee (Ministerie van EZ, 2006) is onverkort van kracht, inclusief de mogelijke na-ijling door de gaswinning Ternaard.

Meetbare en merkbare veranderingen van het areaal en de droogvalpercentages van de wadplaten zullen na beëindiging van de gaswinning Ternaard niet optreden als gevolg van het na-ijlen van de bodemdaling.



Figuur 8-2 Grafiek met de gemiddelde snelheid van daling in de loop van de tijd in kombergingsgebied Pinkegat door de gaswinning Ameland. De stippellijnen zijn de boven- en ondergrens van het betrouwbaarheidsinterval (NAM, 2017).

### 8.2.3 Sedimentsamenstelling

De abiotische en biotische processen in de Waddenzee veranderen niet als gevolg van de bodemdaling door de voorgenomen gaswinning, zie paragraaf 7.2.4. Omdat deze processen en de condities in de kombergingsgebieden vergelijkbaar blijven, zoals wordt gewaarborgd door het toepassen van de HadK-systematiek, verandert de sedimentsamenstelling in de Waddenzee niet. De effectketen van de gaswinning werkt niet door tot op het niveau van de sedimentsamenstelling. Dat betekent dat geen sprake zal zijn van een verandering in de sedimentsamenstelling door de voorgenomen gaswinning Ternaard.

### 8.2.4 Kwelders

De bodemdalingsschotel die ontstaat door de gaswinning bij Ternaard heeft het zwaartepunt onder de Waddenzee. De vastelandskwelders liggen aan de buitenzijde van de bodemdalingsschotel, zodat de totale bodemdaling onder de kwelders aan het einde van de gaswinning maximaal enkele centimeters bedraagt. Binnen het beïnvloedingsgebied van de gaswinning Ternaard bevinden zich twee kleine kwelders: 't Skoar en de Kromme Horne en het gebied met pioniervegetatie ten zuiden van de kwelderrand van de Hon op Oost Ameland.

De autonome ontwikkeling van de kwelders 't Skoar en de Kromme Horne is beschreven in paragraaf 7.2.5. De bodemdaling onder 't Skoar blijft kleiner dan 1 mm per jaar. Voor de Kromme Horne is dat iets meer vanwege cumulatie van bodemdaling die optreedt als gevolg van de gaswinning uit het gasveld Nes. Deze cumulatie leidt tot een verwachte totale bodemdaling onder de kwelder van ca. 8 cm in de eindfase (2050). De bodemdaling van enkele millimeters per jaar is weinig in vergelijking met de waargenomen gemiddelde sedimentatie van 7 -14 mm/jaar die op de kwelders plaats kan vinden (Van Duin et al., 2016a). De omvang van de bodemdaling door de voorgenomen winning bij Ternaard onder de vastelandskwelders is dermate klein dat deze leidt niet tot een verandering in de trend van de hoogteontwikkeling van de kwelders. De trend in de hoogteontwikkeling wordt gedomineerd door de sedimentatie en deze doet de lokaal optredende bodemdaling meer dan te niet. De daadwerkelijke ontwikkeling van deze kwelderhoogte wordt bepaald door de snelheid van sedimentatie in verhouding tot de versnelde stijging van de zeespiegel. Bij versnelde zeespiegelstijging tot boven het meegroeivermogen van 6 mm/jaar voor het Pinkegat kan de zeespiegelstijging de sedimentatie op deze kwelders 'inhalen'. De gaswinning is dan al beëindigd, omdat geen gebruikruimte meer beschikbaar is. De bodemdaling door de gaswinning Ternaard heeft dus geen gevolgen voor de hoogteontwikkeling van de kwelders.

In het gebied ten zuiden van het eiland Ameland aan de oostpunt van de Hon, waar in de meest noordelijk gelegen bodemdalingsschotel uit winningsplan (NAM, 2019) de contour van 2 cm bodemdaling loopt, is op de hoge wadplaat op verschillende plekken zilte pionierbegroeiingen (habitattype H1310) aanwezig. De sedimentatie in dit gebied is voldoende groot om de lokale bodemdaling te niet te doen en een bodemhoogte toename van tenminste 1 decimeter te realiseren. De omvang van de extra toekomstige bodemdaling door



de gaswinning Ternaard is in deze omgeving iets meer dan 2 cm gedurende de gehele periode van winning. De omvang van de bodemdaling door de gaswinning Ternaard is dermate klein, dat deze geen gevolgen zal hebben voor de hoogte-ontwikkeling van dit gebied. De bodemdaling zal dan ook geen invloed op hebben op de mogelijke uitbreiding en ontwikkeling van de vegetatie ten zuiden van de kwelderrand van de Hon.

De kwelders bij Ameland-oost liggen buiten de bodemdalingsschotel die ontstaat door de voorgenomen winning bij Ternaard, zodat deze niet leidt tot een verandering in de hoogteontwikkeling van deze eilandkwelders.

## 8.2.5 Conclusie

De conclusies uit de voorgaande paragrafen over bodemdaling door de voorgenomen gaswinning Ternaard en de morfologie zijn hieronder op rij gezet:

- Wordt uitgevoerd binnen de beschikbare gebruiksruimte (zie Hoofdstuk 4) en leidt derhalve niet tot blijvende gevolgen voor de morfologie van de Waddenzee.
- Leidt met een tijdelijke afname van de hoogte van de platen met maximaal 1,6 mm, niet tot meetbare of merkbare gevolgen voor de geulen en platen in de Waddenzee.
- Heeft geen gevolgen voor de kwelders.
- Heeft geen gevolgen voor de sedimentsamenstelling van de Waddenzee.

De beoordeling van deze gevolgen in termen van de Wet natuurbescherming vindt in de volgende paragraaf plaats.

## 8.3 Ecologische effectbepaling

### 8.3.1 Aanlegfase

Zoals aangegeven in hoofdstuk 5 Beoordelingskader vindt de beoordeling van de effecten van stikstofdepositie plaats via een individuele projectbeoordeling stikstofdepositie opdat het PAS niet langer gebruikt kan worden als grondslag voor vergunningverlening.

#### Mitigatie van de emissie

Om de stikstofdepositie zo laag mogelijk te houden is een aantal maatregelen getroffen. Voor de boringen wordt de boorinstallatie T700 ingezet of vergelijkbaar. De boorinstallatie wordt van elektrische energie voorzien door dieselgeneratoren. Om de emissie van stikstof zo veel als mogelijk te beperken is gekozen uitsluitend modern materieel (STAGE IV/Tier 4 final) in te zetten. De generatoren die tijdens de boring worden gebruikt hebben doordat een moderne nageschakelde techniek (scrubber) wordt toegepast een emissiefactor die lager is dan de standaard emissiefactor voor STAGE IV materieel. Uit metingen blijkt dat de NO<sub>x</sub> uitstoot bij een boring 0,22 gram per kWh opgewekte energie betreft. Ter vergelijking, materieel van Stage-klasse IV heeft een emissie van minimaal 0,9 gram NO<sub>x</sub> per kWh. Op deze wijze wordt de emissie van NO<sub>x</sub> sterk gereduceerd.

Verder wordt voor alle overige mobiele werktuigen eveneens uitsluitend gebruik gemaakt van materieel van STAGE klasse IV.

In rapport Bijlage B zijn de uitgangspunten van de berekening verder uitgewerkt en toegelicht.

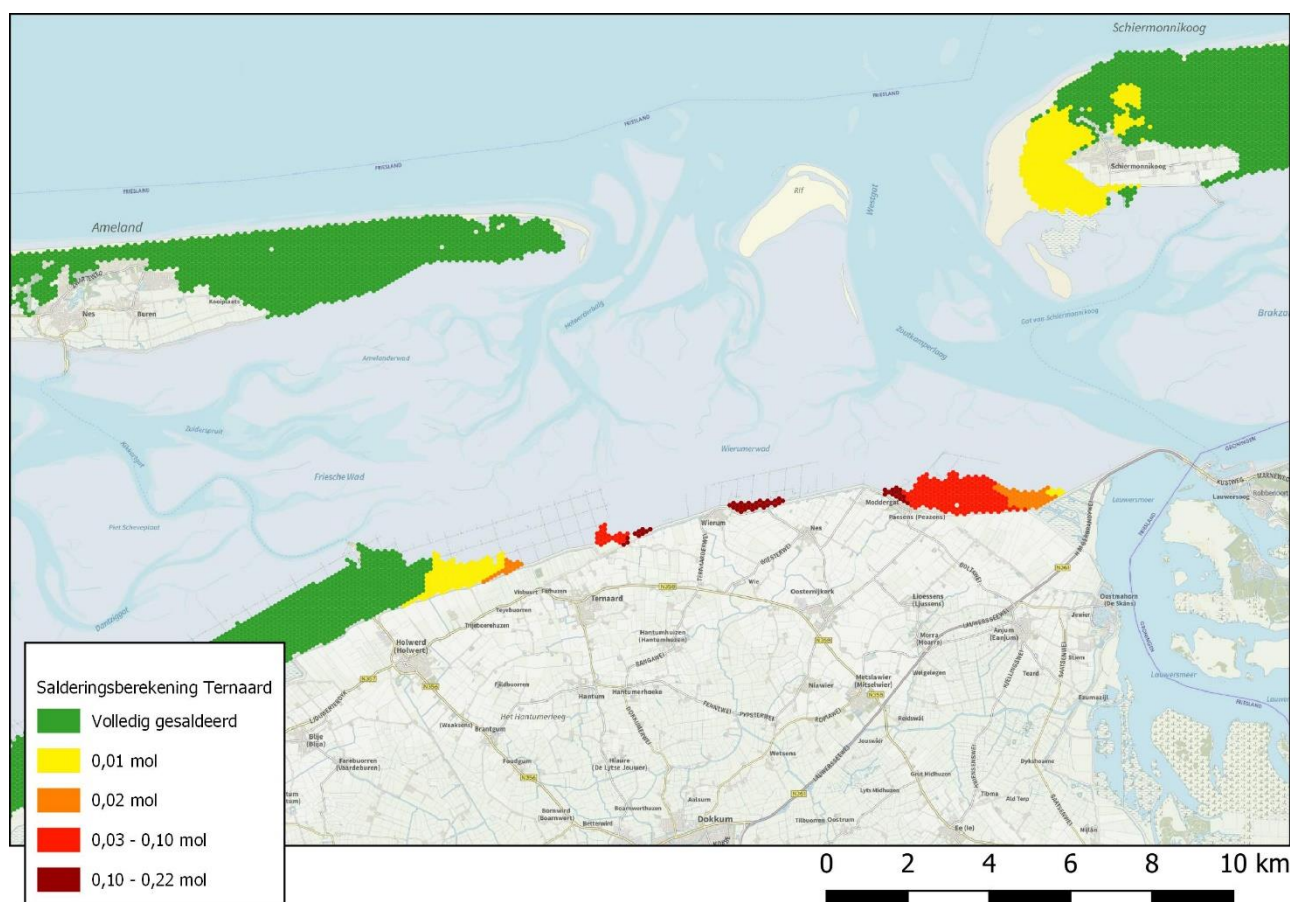
#### Saldering van de depositie

Om het gebied waarbinnen een toename van depositie op zal kunnen treden verder te verkleinen en de omvang van de depositie die op kan treden te verlagen is besloten gebruik te maken van de regeling die het mogelijk maakt depositieruimte te 'leasen'. Daarvoor wordt de maximaal vergunde emissie voor de offshore platforms L09 en K14 tijdelijk verlaagd. De salderingsruimte die dit oplevert wordt benut voor het project Ternaard. Informatie over de vergunningen voor L09 en K14 en de manier waarop de maximale emissie ten behoeve van het verlesen wordt geborgd is opgenomen in een separaat memo van NAM, met kenmerk EP202102203912 (opgenomen in bijlage F).

Ter onderbouwing is een vergelijkingsberekening uitgevoerd. Deze berekening is opgenomen in Bijlage B. Het resultaat van de saldering is in onderstaande tabel en figuur getoond. Uit beide volgt dat de saldering niet de volledige depositie dekt, waardoor een resteffect overblijft.

*Tabel 8-1 Tijdelijke depositie (maximaal) op overbelaste delen Natura 2000-gebieden (Depositie in mol N/ha) De maximale depositie op het Natura 2000-gebied Waddenzee is hoger op het niet overbelaste deel, en bedraagt daar maximaal 0,24 mol N/ha ongesaldeerd en 0,22 mol gesaldeerd.*

| Natura 2000-gebied     | Depositie op overbelast gebied ongesaldeerd | Depositie op overbelast gebied gesaldeerd |
|------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Waddenzee              | 0,10                                        | 0,08                                      |
| Duinen Schiermonnikoog | 0,03                                        | 0,01                                      |
| Noordzeekustzone       | 0,02                                        | 0,00                                      |
| Duinen Ameland         | 0,01                                        | 0,00                                      |
| Groote Wielen          | 0,01                                        | 0,00                                      |



*Figuur 8-3 Resterende depositie op stikstofgevoelige habitats in de omliggende Natura 2000-gebieden. Vergelijk met Figuur 6-2 op pagina 53 waarin de ongesaldeerde depositie is getoond.*

Uit de berekening blijkt dat na salderen de eenmalige depositie ten gevolge van de werkzaamheden maximaal 0,22 mol N/ha bedraagt in het Natura 2000-gebied Waddenzee. Deze toename vindt echter plaats op een locatie waar de kritische depositiewaarde (KDW) van aanwezige habitattypen niet wordt

overschreden. Op locaties met een achtergrondwaarde van de stikstofdepositie die een (naderende)<sup>17</sup> overschrijding van de kritische depositiewaarde inhoudt, is de maximale toename van de stikstofdepositie 0,08 mol/ha/jaar op het habitattypen H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks). Op alle andere habitattypen in de Waddenzee waarop depositie plaatsvindt, is deze maximaal 0,01 mol N/ha. De depositie op Duinen Schiermonnikoog is na saldering maximaal 0,01 mol N/ha, en op de gebieden Noordzeekustzone, Duinen Ameland en Groote Wielen is de depositie na saldering nergens hoger dan 0,00 mol N/ha.

De stikstofdepositie is tijdelijk (treedt alleen op in de aanlegfase), en is op (naderend) overbelaste delen van de Natura 2000-gebieden zeer laag, namelijk maximaal 0,08 mol N/ha). In het volgende hoofdstuk wordt alle depositie ten gevolge van het project op overbelast habitat getoetst.

*Effectketens doorwerking gevolgen van stikstofdepositie op de habitattypen en soorten in het Natura 2000-gebied Waddenzee*

| Instandhoudingsdoel:<br>Habitattype/soort(groep)                                           | Effect<br>stikstofdepositie | Gevolg                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Alle stikstofgevoelige kwalificerende habitats en leefgebieden van kwalificerende soorten. | Verzuring en vermessing     | Toename verruiging en afname kwaliteit habitats en leefgebieden van soorten. |

## 8.3.2 Winningsfase

### Bodemdaling

De abiotische processen die optreden in de Waddenzee en de beïnvloeding daarvan door de bodemdaling zijn beschreven in paragraaf 8.2. Het grootste deel van de bodemdaling zal onder het kombergingsgebied van het Pinkegat plaatsvinden. De bodemdaling onder het kombergingsgebied van het Borndiep is zeer klein en wel zo klein dat de mogelijke gevolgen voor bijvoorbeeld het plaatareaal niet kunnen worden berekend, omdat deze veel kleiner is dan resolutie van 1 centimeter, waarmee de plaathoogte wordt bepaald (vaklodingen, Rijkswaterstaat). Vanwege de zeer beperkte omvang van de mogelijke gevolgen voor de hydromorfologie in het kombergingsgebied Borndiep, zal zeker geen sprake zijn van doorwerking op de natuurwaarden in dit gebied. De gevolgen van de bodemdaling door de gaswinning Ameland voor de kwelders bij Ameland, zoals gerapporteerd in Begeleidingscommissie Bodemdaling Ameland (2017), zullen zich niet voordoen bij de kweldergebieden die bodemdaling zullen ondervinden door de gaswinning Ternaard, omdat de bodemdaling door de gaswinning bij Ternaard niet tot de kwelders van Ameland reikt. Voor de twee vastelandskwelders waar de bodemdaling door de gaswinning Ternaard onder plaatsvindt, is in vergelijking met de bodemdaling door de gaswinning Ameland, de voorspelde omvang van de bodemdaling door de gaswinning Ternaard dermate beperkt (maximaal enkele centimeters, in plaats enkele decimeters), dat dergelijke gevolgen niet aan de orde zijn.

Om de effecten van de bodemdaling te bepalen en beoordelen, is informatie nodig over de relaties tussen het abiotisch functioneren van het systeem en de invloed daarvan op de instandhoudingsdoelen. Deze relaties worden weergegeven in zogenaamde effectketens (Tabel 8-2) met daarin de abiotische onderdelen, de vegetatie- of habitattypen en welke functies deze hebben voor habitatrichtlijnsoorten en vogelsoorten (al dan niet gegroepeerd bij een vergelijkbare levenswijze).

*Tabel 8-2 Effectketens doorwerking gevolgen van bodemdaling op de habitattypen en soorten in het Natura 2000-gebied Waddenzee*

| Instandhoudingsdoel:<br>Habitattype/soort(groep)        | Effect<br>Bodemdaling →<br>Hydromorfologie | Gevolg                                                    |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| [H1110A] Permanent overstroomde zandbanken (Waddenzee)] | Verschuiving laagwaterlijn                 | Toename areaal overstroomde banken (ten koste van H1140A) |

<sup>17</sup> Hierbij is rekening gehouden met de "veiligheidsmarge" van 70 mol die ook in Aeries wordt toegepast.

| Instandhoudingsdoel:<br>Habitatype/soort(groep)                                                         | Effect<br>Bodemdaling →<br>Hydromorfologie                                  | Gevolg                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [H1140A] Slik- en zandplaten (Waddenzee)                                                                | Verschuiving<br>laagwaterlijn                                               | Afname areaal slikken en platen<br>Toename overstromingsduur                                                                                                                                                   |
| [H1310A] Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)<br>[H1330A] Schorren en zilte<br>graslanden (buitendijks) | Verticaal effect:<br>Vernatting kwelders<br>&<br>Horizontaal:<br>Kliferosie | Regressie (verjonging) vegetatie<br>↓<br>Toename (tijdelijke) pionierzone<br>Afname areaal hoge kwelder                                                                                                        |
| Niet-broedvogels<br>(grondeleenden)                                                                     | Verschuiving<br>laagwaterlijn                                               | Afname areaal dat droogvalt<br>↓<br>Afname voedselbeschikbaarheid                                                                                                                                              |
| Niet-broedvogels<br>(kwelder foerageerders & grondeleenden)                                             | Vernatting kwelders                                                         | Afname areaal hoge kwelders<br>↓<br>Afname oppervlak foerageergebied                                                                                                                                           |
| Niet-broedvogels<br>(viseters)                                                                          | Verschuiving<br>laagwaterlijn                                               | Toename areaal permanent overstroomde<br>zandbanken<br>↓<br>Toename areaal foerageergebied                                                                                                                     |
| Niet-broedvogels<br>(benthoseters)                                                                      | Verlaging permanent<br>overstroomde<br>zandbanken                           | Dieper duiken voor<br>schelpdiereters<br>↓<br>Hoger energieverbruik<br>↓<br>Verlaagde<br>overlevingskans<br>Habitatverslechtering<br>schelpdieren<br>↓<br>Afname biomassa<br>↓<br>Verlaagde<br>overlevingskans |
| Niet-broedvogels<br>(steltlopers)                                                                       | Verschuiving<br>laagwaterlijn                                               | Afname areaal dat droogvalt<br>↓<br>Afname voedselbeschikbaarheid                                                                                                                                              |

Uit paragraaf 8.2 blijkt dat de bodemdaling door de voorgenomen gaswinning Ternaard, met als harde randvoorwaarde dat de bodemdaling door alle gaswinning de beschikbare gebruiksruimte niet overschrijdt en de borging daarvan gedurende de winning door het toepassen van de HadK-systematiek:

- Niet leidt tot meetbare of merkbare gevolgen voor de geulen en platen in de Waddenzee.
- Geen gevolgen heeft voor de kwelders.
- Geen gevolgen heeft voor de sedimentsamenstelling van de Waddenzee.

Op grond van het bovenstaande wordt geconcludeerd dat als gevolg van de gaswinning Ternaard geen effecten zullen optreden op de kenmerkende morfologische elementen en processen van de Waddenzee. In Tabel 8-3 is aangegeven wat de gevolgen hiervan zijn voor de habitattypen en soorten die gevoelig zijn voor de effecten van bodemdaling, volgens de relaties die zijn weergegeven in Tabel 8-2.

Tabel 8-3 Beoordeling mogelijke effecten van bodemdaling op habitattypen en soorten

| Instandhoudingsdoel:<br>Habitatype/soort(groep)           | Effect Bodemdaling →<br>Hydromorfologie                                                                      | Effect ecologie |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| [H1110A] Permanent overstroomde<br>zandbanken (Waddenzee) | Geen verschuiving van de<br>laagwaterlijn, areaal blijft gelijk. Geen<br>gevolgen voor sedimentsamenstelling | Geen effect     |

| Instandhoudingsdoel:<br>Habitattype/soort(groep)                                                           | Effect Bodemdaling →<br>Hydromorfologie                                                         | Effect ecologie |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| [H1140A] Slik- en zandplaten<br>(Waddenzee)                                                                | Geen verschuiving laagwaterlijn, areaal blijft gelijk. Geen gevolgen voor sedimentsamenstelling | Geen effect     |
| [H1310A] Zilte pionierbegroeiingen<br>(zeekraal)<br>[H1330A] Schorren en zilte graslanden<br>(buitendijks) | Geen gevolgen voor kwelders<br>(vernatting, kliferosie)                                         | Geen effect     |
| Broedvogels<br>(hogere kwelders)                                                                           | Geen aantasting van kwelders. Geen toename van overstroming van kwelders                        | Geen effect     |
| Niet-broedvogels<br>(viseters)                                                                             | Areaal blijft gelijk. Geen gevolgen voor voedselbeschikbaarheid                                 | Geen effect     |
| Niet-broedvogels<br>(benthoseters)                                                                         | Areaal blijft gelijk. Geen gevolgen voor sedimentsamenstelling en voedselbeschikbaarheid        | Geen effect     |
| Niet-broedvogels<br>(grondeleenden)                                                                        | Areaal blijft gelijk. Geen gevolgen voor sedimentsamenstelling en voedselbeschikbaarheid        | Geen effect     |
| Niet-broedvogels<br>(steltlopers)                                                                          | Geen wijziging in het systeem, areaal blijft gelijk (kwelder Ameland ligt buiten dalingsbereik) | Geen effect     |

### Beoordeling

Uit de nadere effectbepalingen in de vorige paragrafen blijkt dat de bodemdaling door de voorgenomen gaswinning Ternaard niet leidt tot wijzigingen in het Waddenzeesysteem en dat geen sprake is van meetbare of merkbare gevolgen voor het areaal geulen, platen of kwelders en de sedimentsamenstelling. Negatieve effecten op de natuurlijke kenmerken van de Waddenzee treden niet op. Op zowel habitattypen, habitatrichtlijnsoorten, broedvogels en niet-broedvogels treden geen negatieve effecten op.

### 8.3.3 Extra volume zandsuppleties

Bij de beoordeling van de suppleties die nodig zijn als gevolg van de gaswinning Ternaard moet bedacht worden dat het om een relatief kleine toevoeging (minder dan 10%) gaat ten opzichte van de tot nog toe uitgevoerde suppleties ten behoeve van kustlijnzorg. De omvang van de zandsuppleties bedraagt ten hoogste  $120 \times 10^3 \text{ m}^3$ /per jaar in het begin van de beschouwde periode, met een totale omvang van  $1,76 \times 10^6 \text{ m}^3$  tot 2050 (zie paragraaf 6.2.7). Het gemiddelde jaarlijkse suppletievolume bedroeg  $1,49 \times 10^6 \text{ m}^3$  in de periode 2007-2016 (paragraaf 7.2.6). Vanwege de dynamiek van de kust van Ameland is het aannemelijk dat het suppletievolume voor de kustlijnzorg in de toekomst tenminste zo groot zal zijn als de afgelopen jaren. Bij een versneld stijgende zeespiegelstijging en wanneer uitvoering wordt gegeven aan het beleid om het zandvolume van het kustfundament de zeespiegel te laten volgen, zal het volume aan zandsuppleties toenemen (zie paragraaf 7.2.6).

De effecten van de winning van het suppletiezand zijn in detail beschreven in het MER Winning suppletiezand Noordzee 2018 t/m 2027 (Van Duin et al., 2017) en de bijbehorende "Nadere verdieping effecten Natura 2000" (Kleijberg et al., 2017), waarin is vastgesteld dat significante effecten op beschermde Natura-2000 waarden als gevolg van zandwinning worden uitgesloten. Het MER en de "Nadere verdieping" worden hieronder niet herhaald, wel worden hier de effecten van de zandsuppleties beschreven.



### Waterbeweging en morfologie

De stroomsnelheid kan veranderen wanneer grote hoeveelheden sediment in het water worden gebracht (Bray, 2008). Dit effect is op en rondom een suppletie locaties het grootst en kan daar van invloed zijn op het lokale bodemleven. De effecten zijn ten opzichte van het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone echter lokaal en kleinschalig. Ook kent de plaats waar de suppletie wordt uitgevoerd een grote, natuurlijke dynamiek. De suppleties zullen voor dit aspect dan ook zeker geen significante effecten met zich meebrengen.

In onder andere Rijkswaterstaat (2016c) en Koolstra (2017 en 2018) zijn de effecten op morfologie en het bodemleven beschreven en beoordeeld. Door suppleties wordt een deel van het habitatype H1110B Permanent overstromde banken bedekt, maar er is geen sprake van oppervlakteverlies. Kwantitatieve effecten worden hierdoor uitgesloten. Kwalitatief is lokaal wel sprake van een achteruitgang, dat voor de reguliere suppleties betekent dat tot maximaal circa 1,7% van het totaal oppervlak van het habitatype zich in de herstelfase bevindt. De gebieden waar de suppleties uitgevoerd worden zijn de hoog-dynamische delen van de kust, waar ook onder natuurlijke omstandigheden bedekking en rekolonisatie plaatsvindt. Delen van de vooroever zijn geschikt voor de vestiging en aanwezigheid van schelpdierbanken, waaronder Spisula-banken, waarop wordt gefoerageerd door zwarte-zee-eenden.

### Waterkwaliteit

Verandering van de waterkwaliteit kan deels door vertroebeling met sediment, nutriënten en verontreiniging ontstaan (Bray, 2008). Dit speelt echter op zeer kleine schaal en heeft derhalve geen invloed (Rijkswaterstaat, 2016c, Koolstra, 2017 en 2018).

### (Natuurlijk) sediment-transport

Door de suppletie van zand wordt een nieuwe voorraad zand aangebracht, waarin doorgaans nog een fractie (zeer) fijn zand (en slib) aanwezig is. Fijn zand en slib is mobieler dan grover zand, waardoor dit gemakkelijker kan worden meegevoerd door stromingen. Door relatief hoge dynamiek aan de kust (branding en invloed van wind) blijft de fijnere fractie voor een groot deel in suspensie en wordt dit meegevoerd langs de kust. Dit sedimenttransport door de zee vindt altijd plaats. Een suppletie zal alleen tijdelijk en plaatselijk de hoeveelheid fijn zand en slib verhogen. Door de hoge dynamiek is het water op de vooroever al relatief troebel. Suppleties hebben in relatie tot de natuurlijke situatie geen invloed op de mate waarin kustlangs in noordwaartse richting sedimenttransport plaatsvindt, immers, de suppleties worden uitgevoerd om reeds weggespoeld sediment weer aan te vullen. Het sedimenttransport zal geen gevolgen hebben voor de natuurlijke kenmerken van de Natura 2000-gebieden (Rijkswaterstaat, 2016c en Koolstra, 2018).

### Geluid- en trillingsniveaus, beweging en lichtintensiteit

De noodzakelijke suppleties betreffen vooroeversuppleties, waardoor effecten op soorten van strand en zandbanken op voorhand uitgesloten kunnen worden. Voor zeezoogdieren wordt in Rijkswaterstaat (2016c) en Koolstra (2018) gesteld dat het impactgebied dusdanig klein is, dat de soorten te allen tijde kunnen uitwijken. Voor rustende of foeragerende vogels wordt een vergelijkbare redenering gegeven, waarbij ook genoemd wordt dat de suppleties vooral op locaties uitgevoerd worden met een hoge dynamiek. Deze plekken zijn van natura al minder voedselrijk en dus minder relevant voor bijvoorbeeld zwarte zee-eend en topper. Het is echter niet geheel uit te sluiten dat verstoring optreedt op zee-eenden, door beweging en geluid.

### Vermesting door stikstofdepositie

De exacte uitvoeringsperiode voor het extra volume zandsuppletie en het materieel waarmee de uitvoering zal plaatsvinden zijn nog onbekend. Op dit moment is het daardoor niet mogelijk een inhoudelijke beoordeling van uit te voeren van de vermeting en verzuring door het extra volume zandsuppletie. Dat betekent dat voorafgaand aan de betreffende suppleties een aparte effectbeoordeling uitgevoerd moet worden.

## 8.3.4 Cumulatie

Bij cumulatie worden activiteiten en projecten beschouwd die via dezelfde effectketen aangrijpen, dan wel op dezelfde criteria aangrijpen. Activiteiten en projecten die cumuleren op het gebied van bodemdaling worden beschouwd. Omdat de bodemdaling is gerelateerd aan gebruikruimte, plaatareaal en kwelders zijn ook

projecten beschouwd die hier mogelijk op aangrijpen, waarbij de kombergingsgebieden Pinkegat en Borndiep worden beschouwd. In de onderstaande tabel zijn de activiteiten en projecten opgenomen waarbij mogelijk sprake is van cumulatie. Onder deze tabel wordt per tabel toegelicht in hoeverre sprake is van cumulatie en wat hiervan de effecten zijn.

Als gevolg van het project is sprake van een tijdelijke depositie, die echter niet zal leiden tot een toename van de totale depositie veroorzaakt door mobiele werktuigen. In de "mobiele werktuigen-regeling" is namelijk onderbouwd dat dergelijke deposities jaarlijks met een gelijke hoeveelheid optreden en dat om die reden een project dat in de realisatiefase maximaal 0,05 mol depositie gedurende maximaal 2 jaar (of een equivalent daarvan) veroorzaakt, niet leidt tot een feitelijke toename van depositie. Omdat geen sprake is van feitelijke toename van stikstofdepositie, is cumulatie voor het aspect stikstofdepositie niet relevant.

Tabel 8-4 Activiteiten en projecten waarbij mogelijk sprake is van cumulatie

|                                                 | Gebruiksruimte | Plaatareaal | Droogvalduur | Kwelders | Zandsuppleties | Sediment-samenstelling |
|-------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------|----------|----------------|------------------------|
| Gaswinning Ameland                              | •              | •           | •            | •        |                | •                      |
| Gaswinning MLV                                  | •              | •           | •            |          | •              | •                      |
| Baggeren en verspreiden vaarweg Holwerd-Ameland |                |             |              |          |                | •                      |
| Aanleg kortsluitgeul vaarweg Holwerd-Ameland    |                |             |              |          |                | •                      |
| Beheer en gebruik kwelders                      |                |             |              | •        |                |                        |
| Bodemberoerende visserij                        |                |             |              |          |                | •                      |
| Dijkversterking Koehool-Lauwersmeerdijk         |                |             |              | •        |                |                        |
| Zandsuppleties kustlijnverzorging               |                |             |              |          | •              |                        |

### Gebruiksruimte

De gaswinning Ameland vindt plaats sinds de tweede helft van de jaren '80. Een deel van de bodemdaling door de gaswinning Ameland vindt plaats onder het kombergingsgebied van het Pinkegat, net als de boogde gaswinning Ternaard. Ook voor de gaswinning MLV geldt dat een deel van de bodemdaling plaatsvindt onder het kombergingsgebied van het Pinkegat. Cumulatie treedt op doordat de bodemdaling van de gaswinningen Ameland, MLV en Ternaard de gebruiksruimte van het Pinkegat belasten, zoals zichtbaar in de grafiek met de gebruiksruimte in Figuur 4-1. Bij het kombergingsgebied van het Borndiep is geen sprake van cumulatie, omdat daar geen bodemdaling door andere gaswinning plaatsvindt.

Door de beschikbare gebruiksruimte van elk kombergingsgebied als harde grens te hanteren voor de bodemdaling van alle gaswinningen onder het betreffende kombergingsgebied, worden de effecten van gaswinning altijd in cumulatie beschouwd. Omdat de gecombineerde gaswinningen vanwege het toepassen van de HadK-systematiek voorafgaand en tijdens de winning door het plannen en indien nodig aanpassen van de gasproductie van de verschillende velden, binnen de gebruiksruimte blijft, blijven de morfologische kenmerken en processen in de Waddenzee behouden. Er is dan ook geen sprake van het optreden van significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura2000-gebied Waddenzee als gevolg van de structurele veranderingen in de sedimenthuishouding en de morfologie, door de cumulatie van de bodemdaling door verschillende gaswinningen.

### Plaatareaal en droogvalduur

De gevolgen voor het plaatareaal en de droogvalpercentages blijven eveneens beperkt doordat binnen de gebruiksruimte wordt gewerkt. Voor de bodemdaling door de gaswinningen Ameland en Waddenzee is een hoogtedaling berekend van minder dan 0,6-1,1 cm gemiddeld over het Pinkegat (Ministerie van Economische Zaken, 2006). Deze hoogtedaling cumuleert met hoogtedaling door de gaswinning Ternaard van 1,6 mm. Ook de gecumuleerde waarden van 0,8-1,3 cm gemiddeld over het Pinkegat rechtvaardigen de conclusie dat geen sprake zal zijn van een meetbare of merkbare afname van het plaatareaal door de bodemdaling als gevolg van alle gaswinningen in het kombergingsgebied Pinkegat. Hetzelfde geldt voor de droogvalduur van de platen, deze zal niet merkbaar of meetbaar veranderen als gevolg van de bodemdaling door de verschillende gaswinningen in het kombergingsgebied Pinkegat. Significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura2000-gebied Waddenzee zullen daarom niet optreden als gevolg van veranderingen in het plaatareaal en de droogvalduur door de bodemdaling van de gecumuleerde gaswinningen.

### Kwelders

De eilandkwelders bij Ameland-oost vallen buiten de bodemdalingscontour door de gaswinning Ternaard en cumulatie is daar derhalve niet aan de orde. Bij de pioniervegetatie ten zuiden van de oostpunt van de Hon is geen sprake van beheer en treedt derhalve geen cumulatie op door het beheer. Bij dit gebied is wel sprake van cumulatie van de bodemdaling door de gaswinning Ameland met de bodemdaling door de gaswinning Ternaard. De totale bodemdaling zal door de gaswinning Ternaard aan het einde van winning net iets meer dan 2 cm toenemen ten opzichte van de bodemdaling door de gaswinning Ameland. In de huidige situatie, is, ondanks de bodemdaling door de gaswinning Ameland, sprake van een hoogte toename van de wadplaat. De hoogtetoe name van deze wadplaat is dermate groot geweest dat de vestiging van pioniervegetatie mogelijk is geworden. In de toekomst zal de gecumuleerde bodemdaling in dit gebied niet groter worden dan de bodemdaling die reeds is opgetreden. De sedimentatie in dit gebied is ruimschoots voldoende om de bodemdaling bij te houden, zodat hier geen gevolgen zullen optreden van de gecumuleerde bodemdaling.

Veranderingen in gebruik en beheer van kwelders kunnen leiden tot grote veranderingen in de vegetatie, de hoogteligging en de sedimentatiesnelheid. Voorbeelden zijn het wel of juist niet laten begrazen van de kwelder en bij het wel begrazen veranderingen in de begrazingsdruk en de inzet van verschillende soorten grazers. Andere voorbeelden zijn het doorstroombaar maken van zomerkades, waardoor zoutwater de delen achter de zomerkade frequenter bereikt. Daar waar bodemdaling door gaswinning onder de kwelder optreedt samen met beheer kan sprake zijn van meetbare gevolgen voor de hoogte- en de vegetatie op de kwelders, zoals is waargenomen op de Hon (de eilandkwelder op Ameland-Oost). Vanwege de zeer beperkte omvang van de bodemdaling door de gaswinning Ternaard is het echter uitgesloten deze gevolgen heeft voor de ontwikkeling van de vastelandskwelders. Derhalve is cumulatie met gebruik en beheer niet aan de orde.

### Sedimentsamenstelling

Verschillende activiteiten of voorgenomen projecten hebben in potentie gevolgen voor de sedimentsamenstelling. Regulier beheer van de vaarweg Holwerd-Ameland omvat het baggeren van de vaarweg nabij de veerdam en op enkele drempels en het verspreiden van de opgebaggerde specie op twee locaties, dan wel het 'op stroom zetten' van de opgebaggerde specie. Jaarlijks wordt hiervoor meer dan  $1 \times 10^6 \text{ m}^3$  baggerspecie verplaatst in het kombergingsgebied Borndiep. Het baggeren en verspreiden ten bate van het onderhoud van deze en de andere vaargeulen in de Waddenzee door Rijkswaterstaat is getoetst aan de Natuurbeschermingswet en opgenomen in het Natura2000-Beheerplan Waddenzee. Dit betekent dat geen significant negatieve gevolgen optreden door eventuele veranderingen in de bodemsamenstelling als gevolg van het reguliere vaarwegbeheer. Onderzoek aan de Vaarweg Holwerd-Ameland heeft laten zien dat het aanleggen van een kortsluitgeul waarschijnlijk een positieve bijdrage zal leveren aan de bereikbaarheid van Ameland. Deze geulverruiming is in 2019 gerealiseerd. Bodemberoerende visserij kan in potentie ook leiden tot veranderingen in de bodemsamenstelling.

De bodemdaling door gaswinning Ternaard, die in cumulatie met de andere gaswinning wordt uitgevoerd binnen de grens van de beschikbare gebruiksruimte, leidt niet tot veranderingen in de morfologie en de sedimentatie- en erosieprocessen in de Waddenzee. Omdat de processen niet veranderen, zal ook de sedimentsamenstelling niet veranderen als gevolg van de bodemdaling door gaswinning. Omdat de sedimentsamenstelling niet verandert door de gaswinning, zal ook geen sprake zijn van cumulatie met andere activiteiten of projecten die in potentie gevolgen hebben voor de bodemsamenstelling.

### Zandsuppleties

In de meest recente locatie-specifieke Passende beoordeling voor een reguliere zandsuppletie in het kader van kustlijn­zorg bij Vlieland (Arcadis, 2016), is onderbouwd dat er geen cumulatieve effecten van gezamenlijke suppleties in het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone zijn. Cumulatie van de effecten van verstoring van de strandsuppleties bij Vlieland-Oost en Vlieland-Havenstrand met de andere suppleties in het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone is - zelfs al zouden de suppleties tegelijk uitgevoerd worden (wat mogelijk het geval is) - door het ontbreken van hoge dichtheden gevoelige soorten en de lokale aard en tijdelijkheid van de effecten niet aan de orde (Arcadis, 2016).

De omvang en de additionele effecten van het extra volume zandsuppletie bij Ameland zijn dusdanig beperkt, dat geen sprake zal zijn van cumulatieve effecten met andere zandsuppleties, met inbegrip van de zandsuppletie voor de kustlijn­zorg op Ameland zelf. Ook bij een toename van het volume van de zandsuppleties van de kustlijn­zorg, overeenkomstig de lineaire relatie tussen de snelheid van zeespiegelstijging en het suppletievolume en tot het bereiken van de natuurgrens van 6 mm/jaar door de snelheid van zeespiegelstijging, zal geen sprake zijn van cumulatie door vanwege de beperkte omvang van het extra volume aan zandsuppleties. Bij de toekomstige beoordeling van de ecologische effecten van het extra zandvolume bij specifieke zandsuppleties zal ook de cumulatie worden beschouwd.

### Conclusie cumulatie

Op grond van het voorgaande wordt geconcludeerd dat cumulatieve effecten van de gaswinning bij Ternaard, in combinatie met andere plannen en projecten op het Natura 2000-gebied Waddenzee op voorhand uitgesloten zijn.

## 8.4 Conclusie effectbepaling

In Tabel 8-5 is samengevat wat de conclusies zijn in Hoofdstuk 8. Uit de effectbepaling blijkt dat, met uitzondering van verzuring en vermesting (stikstofdepositie) en de effecten door zandsuppleties, significante negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen uitgesloten kunnen worden.

Tabel 8-5 Conclusie effectbepaling (geel: mogelijk significant effect, Passende beoordeling noodzakelijk; groen: zeker geen significant effect, geen Passende beoordeling)

| Mogelijk effect               | Effectbepaling in Hoofdstuk | Vogelrichtlijn broedvogels | Vogelrichtlijn niet-broedvogels | Habitattypen | Habitatrichtlijn soorten |
|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------|--------------------------|
| <b>Aanlegfase</b>             |                             |                            |                                 |              |                          |
| Oppervlakte verlies           | H6                          | •                          | •                               | •            | •                        |
| Verstoring                    | H6                          | •                          | •                               |              |                          |
| Verandering populatiedynamiek | H6                          | •                          | •                               |              |                          |
| Verzuring en vermesting       | H8                          |                            |                                 | •            | •                        |
| Verdroging en vernatting      | H6                          | •                          | •                               | •            | •                        |
| <b>Winning</b>                |                             |                            |                                 |              |                          |
| Bodemdaling                   | H8                          | •                          | •                               | •            | •                        |
| Zandsuppleties                | H8                          | •                          | •                               | •            | •                        |

Uit de bovenstaande tabel volgt dat in de passende beoordeling in het volgende hoofdstuk alleen nog ingegaan wordt op de volgende mogelijke significante effecten:

- Verzuring en vermesting door stikstofdepositie: voor de Natura 2000-gebieden Waddenzee, Noordzeekustzone, Duinen Ameland en Duinen Schiermonnikoog zijn significante effecten door stikstofdepositie niet op voorhand uit te sluiten.
- Effecten door zandsuppleties: Voor de Natura 2000- gebieden, Noordzeekustzone, Duinen Ameland en Duinen Schiermonnikoog zijn significante effecten door verstoring, morfologische veranderingen en stikstofdepositie door de uitvoering van de kustsuppleties niet op voorhand uit te sluiten.

Andere effecten dan de hierboven genoemde zijn in het voorgaande van deze beoordeling reeds uitgesloten en worden in het volgende hoofdstuk om die reden niet meer behandeld.

In onderstaande tabellen is per instandhoudingsdoel aangegeven of deze op basis van hetgeen in het voorgaande is geconcludeerd al dan niet in de passende beoordeling in het volgende hoofdstuk is beschreven.

*Tabel 8-6 Selectie van instandhoudingsdoelen waarop effecten op grond van de effectbepaling kunnen worden uitgesloten. Per aspect is met een ● aangegeven als een effect op basis van de effectbepaling kan worden uitgesloten. Met een ●<sup>2)</sup> is aangeduid dat de betreffende soort mogelijk wel gevoelig is voor verandering van het leefgebied door stikstofdepositie, maar dat dit effect getoetst wordt op het niveau van het leefgebied en niet voor de individuele soort. Instandhoudingsdoelen waarvoor op basis van de beschrijving in hoofdstuk 6 en 7 al was geconcludeerd dat effecten zijn uitgesloten, zijn niet meer in deze tabel opgenomen. Effecten door bodemdaling treden nergens op, en worden daarom in deze tabel in het geheel niet meer genoemd*

| Waddenzee                                         | Stikstofdepositie in de aanlegfase | Extra volume zandsuppleties |
|---------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Habitattypen                                      |                                    |                             |
| H1310A Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)       |                                    | ●                           |
| H1310B Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)     | ■                                  | ●                           |
| H1320 Slijkgrasvelden                             |                                    | ●                           |
| H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks) |                                    | ●                           |
| H1330B Schorren en zilte graslanden (binnendijks) | ■                                  | ●                           |
| H2110 Embryonale duinen                           | ■                                  | ●                           |
| H2120 Witte duinen                                | ■                                  | ●                           |
| H2130A Grijze duinen (kalkrijk)                   |                                    | ●                           |
| H2130B Grijze duinen (kalkarm)                    | ■                                  | ●                           |
| H2160 Duindoornstruwelen                          | ■                                  | ●                           |
| H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)           | ■                                  | ●                           |



| Noordzeekustzone                                             | Stikstofdepositie in de aanlegfase                                                  | Extra volume zandsuppleties |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Habitattypen</b>                                          |                                                                                     |                             |
| H1110B Permanent overstroomde zandbanken (Noordzee-kustzone) |  |                             |
| H1140B Slik- en zandplaten (Noordzee-kustzone)               |  |                             |
| H1310A Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)                  |  |                             |
| H1310B Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)                |  |                             |
| H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks)            |  |                             |
| H2110 Embryonale duinen                                      |  |                             |
| H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)                      |  |                             |
| <b>Habitatrichtlijnsoorten</b>                               |                                                                                     |                             |
| H1095 ZEEPRIK                                                | ●                                                                                   |                             |
| H1099 Rivierprik                                             | ●                                                                                   |                             |
| H1103 Fint                                                   | ●                                                                                   |                             |
| H1351 Bruinvis                                               | ●                                                                                   |                             |
| H1364 Grijze zeehond                                         | ●                                                                                   |                             |
| H1365 Gewone zeehond                                         | ●                                                                                   |                             |
| H1903 Groenknolorchis                                        | ● <sup>1)</sup>                                                                     |                             |
| <b>Broedvogels (alle soorten, zie Tabel 7-3)</b>             | ● <sup>1)</sup>                                                                     |                             |
| <b>Niet-broedvogels (alle soorten, zie Tabel 7-3)</b>        | ●                                                                                   |                             |

| Duinen Ameland                                               | Stikstofdepositie in de aanlegfase                                                    | Extra volume zandsuppleties |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Habitattypen (alle habitats, zie Tabel 7-3)</b>           |                                                                                       |                             |
|                                                              |  |                             |
| <b>Habitatrichtlijnsoorten (alle soorten, zie Tabel 7-3)</b> |                                                                                       |                             |
|                                                              | ●                                                                                     |                             |
| <b>Broedvogels (alle soorten, zie Tabel 7-3)</b>             |                                                                                       |                             |
|                                                              | ● <sup>1)</sup>                                                                       |                             |

| Duinen Schiermonnikoog                                                                                                                                       | Stikstofdepositie in de aanlegfase | Extra volume zandsuppleties |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Habitattypen (alle habitats <sup>1)</sup> , zie Tabel 7-3)                                                                                                   |                                    | ●                           |
| Habitatrichtlijnsoorten (alle soorten, zie Tabel 7-3)                                                                                                        | ● <sup>1)</sup>                    | ●                           |
| Broedvogels (alle soorten, zie Tabel 7-3)                                                                                                                    | ● <sup>1)</sup>                    | ● <sup>1)</sup>             |
| <sup>1)</sup> M.u.v. H6410, ZGH2170, ZGH2190C, ZGH2190B en H1310B, op deze (zoekgebieden voor) habitattypen is geen sprake van toename van stikstofdepositie |                                    |                             |

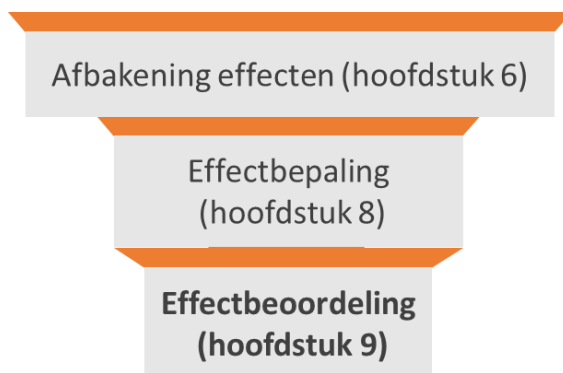
## 9 EFFECTBEOORDELING

### 9.1 Inleiding

Uit het vorige hoofdstuk volgt dat alleen mogelijke significant negatieve effecten kunnen optreden op de natuurlijke kenmerken van de Natura 2000-gebieden Waddenzee, Noordzeekustzone, Duinen Ameland en Duinen Schiermonnikoog als gevolg van stikstofdepositie tijdens de aanlegwerkzaamheden en de boring, en door effecten ten gevolge van zandsuppleties. In deze paragraaf wordt hiervan bepaald wat de effecten zijn en of sprake is van significantie in de betekenis van de Wet natuurbescherming. Daarbij wordt per aspect afzonderlijk ingegaan op de verschillende Natura 2000-gebieden. Onderstaande tabel geeft per Natura 2000-gebied aan op welke effecten wordt getoetst. Na de beoordeling per effect wordt in paragraaf 9.4 een samenvattende conclusie gegeven.

| Natura 2000-gebied     | Effecten stikstofdepositie<br>aanlegfase (paragraaf 9.2) | Effecten zandsuppleties<br>winningsfase (paragraaf 9.3) |
|------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Waddenzee              | ●                                                        |                                                         |
| Noordzeekustzone       |                                                          | ●                                                       |
| Duinen Ameland         |                                                          | ●                                                       |
| Duinen Schiermonnikoog | ●                                                        |                                                         |

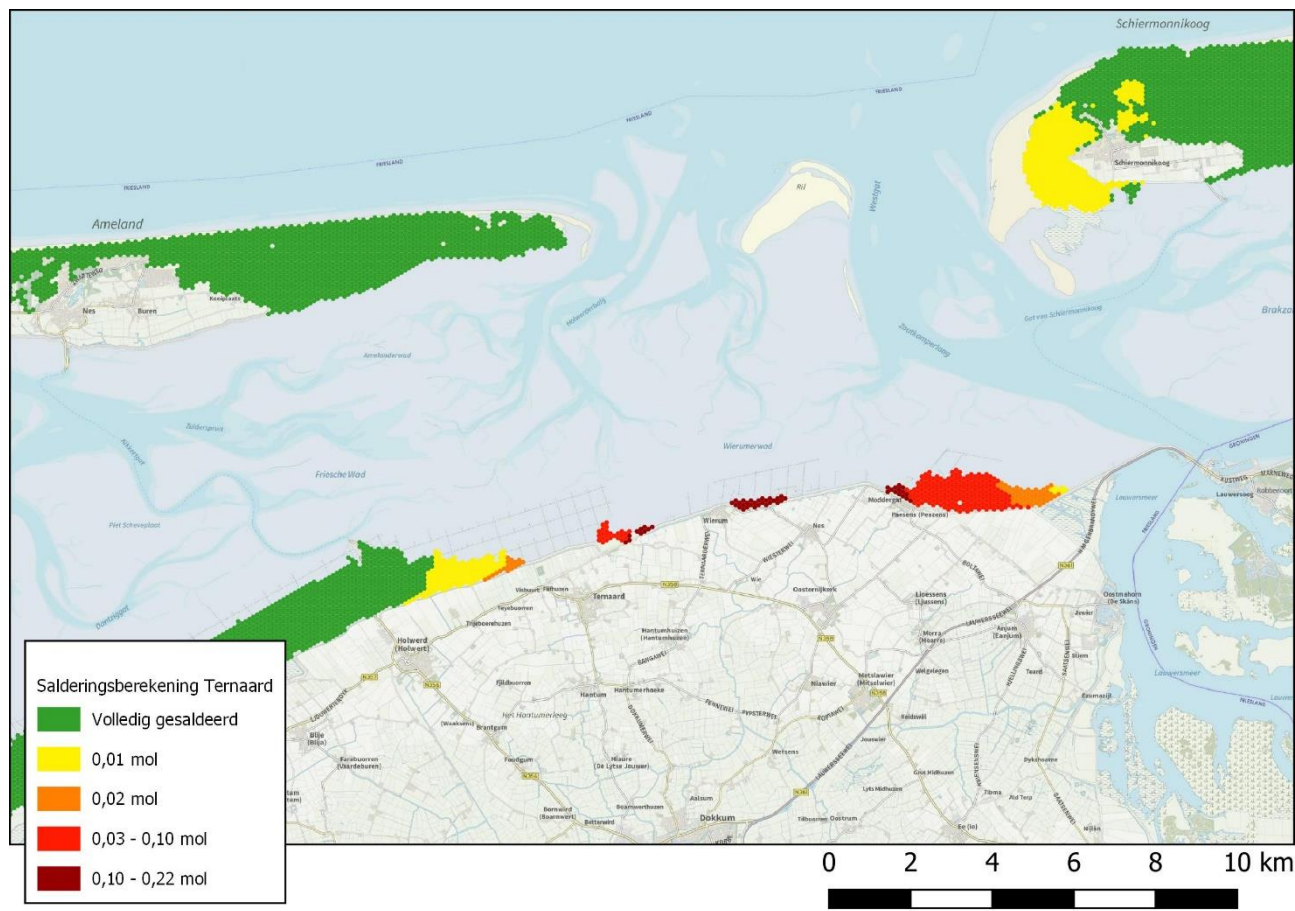
Onderstaand schema laat de relatie van dit hoofdstuk met de andere hoofdstukken zien.



## 9.2 Passende beoordeling effecten stikstofdepositie

### 9.2.1 Effecten

De effecten door stikstofdepositie zijn beschreven in paragraaf 8.3.1. Uit die beschrijving volgt dat de effecten door stikstofdepositie op (naderend) overbelaste delen van Natura 2000-gebieden als gevolg van de aanleg tijdelijk en zeer klein van omvang zijn. Onderstaande afbeelding toont de depositie die tijdens de inrichting van de locatie, de boring en de aanleg van de transportleiding op zullen treden. Daarbij is de saldering met de te leasen stikstofruimte van de offshore platforms L09 en K14 al verrekend. Zie ook paragraaf 8.3.1, vanaf pagina 88.



Figuur 9-1 Gebieden met een tijdelijke stikstofdepositie op habitattypen

## 9.2.2 Mitigatie

De emissie van stikstofdepositie wordt sterk beperkt door de inzet van modern materieel bij de aanlegwerkzaamheden. Ook de mobiele werktuigen die worden ingezet bij de boring voldoen aan de emissie-eisen STAGE IV. De generatoren die worden ingezet ten behoeve van de opwekking van elektriciteit voor de boring worden voorzien van een scrubber, waardoor de stikstofemissie sterk wordt gereduceerd. De wijze van mitigatie is uitgebreider toegelicht in paragraaf 8.3.1, vanaf pagina 88.

## 9.2.3 Kleine tijdelijke deposities van minder dan 0,05 mol N/ha gedurende maximaal 2 jaar

De bevoegd gezagen voor de Wet natuurbescherming (provincies en rijksoverheid) hanteren de lijn dat een tijdelijke depositie ten gevolge van uitvoeringswerkzaamheden niet tot een feitelijke toename van depositie leiden indien het gaat om deposities van maximaal 0,05 mol N per hectare voor een periode van maximaal 2 jaar, of een equivalent daarvan. Een equivalent is bijvoorbeeld 0,02 mol N gedurende 5 jaar, of 0,10 mol gedurende 1 jaar.

De reden hiervoor is dat in de achtergronddepositie al sprake is van een zekere bijdrage van depositie door mobiele werktuigen. Deze depositie is in ruimte en tijd van jaar tot jaar stabiel. Zo bedraagt de depositiebijdrage van mobiele werktuigen aan de totale achtergronddepositie op Schiermonnikoog en Ameland, inclusief de op deze eilanden gelegen delen van de Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone 3 tot 5 mol, dus 300 tot 500 maal de (gesaldeerde) depositie door het project Ternaard. Omdat in de achtergronddepositie al rekening wordt gehouden met dit aandeel van mobiele werktuigen in de depositie kan een kleine en tijdelijke depositie niet leiden tot een feitelijke toename van de depositie. Dit is

onderbouwd in een notitie van het RIVM<sup>18</sup>. Omdat alle (gesaldeerde) depositie op de Waddeneilanden (inclusief de op deze eilanden gelegen delen van de Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone) minder is dan 0,05 mol en niet langer dan 2 jaar op zal treden is voor deze depositie geen vergunning Wet natuurbescherming nodig. Ook de depositie van 0,08 mol N op het habitatype H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks) voldoet aan de definitie maar wordt volledigheidshalve in het voorgaande toch ook (aanvullend) ecologisch getoetst (passend beoordeeld)

Hoewel de depositie geheel passend binnen en mobiele werktuigen-regeling kan worden beoordeeld, is toch een passende beoordeling voor de stikstofdepositie noodzakelijk. Dit omdat een mitigerende maatregel wordt toegepast (een scrubber om de NOx-emissie van de generatoren voor de boring te minimaliseren).

## 9.2.4 Natura 2000-gebied Waddenzee

De emissie van stikstofverbindingen tijdens de aanlegfase van de gaswinning Ternaard leidt tot een zeer geringe eenmalige (gesaldeerde) depositie van stikstof. Er is sprake van stikstofdepositie op acht overbelaste habitats van het Natura 2000-gebied Waddenzee. Het AERIUS Calculator rapport van de berekening is te vinden in (Bijlage B), de maximale depositie per habitatype is in onderstaande tabel beschreven. Alle deposities van meer dan 0,01 mol treden op aan de vastelandskust van de Waddenzee. De deposities op de delen van de Waddeneilanden die tot het Natura 2000-gebied Waddenzee behoren zijn nergens hoger dan 0,01 mol N/ha.

Tabel 9-1 Stikstofdepositie op het Natura 2000-gebied Waddenzee, maximale depositie in mol N/ha op (naderend) overbelast habitat

| Code   | Habitat                                    | Depositie |
|--------|--------------------------------------------|-----------|
| H2110  | Embryonale duinen                          | 0,01      |
| H2120  | Witte duinen                               | 0,01      |
| H2130A | Grijze duinen (kalkrijk)                   | 0,01      |
| H1310A | Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)       | 0,01      |
| H1320  | Slijkgrasvelden                            | 0,01      |
| H1330A | Schorren en zilte graslanden (buitendijks) | 0,08      |

### H1330A Schorren en zilte graslanden

Het habitatype H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks) bestaat uit een groot aantal vegetatietypen, die voorkomen bij verschillende condities ten aanzien van bodem, zoutgehalte, overstromingsfrequentie, voedselrijkdom en beheer. De voedselrijkdom van het habitatype varieert van licht voedselrijk tot uiterst voedselrijk. De gevoeligheid voor stikstofdepositie wordt als minder/niet gevoelig gekwalificeerd (Ministerie van LNV, 2009). De depositie op dit habitatype bedraagt maximaal 0,24 mol N/ha.

Er is sprake van depositie op één hexagoon waarvoor de kritische depositiewaarde door de achtergronddepositie wordt overschreden. De depositie op dit hexagoon bedraagt (na saldering) 0,08 mol N/ha. Wanneer in Aeries wordt ingezoomd, is zichtbaar dat dit hexagoon grotendeels buiten het Natura 2000-gebied ligt en voor een groot deel de dijk betreft. De informatiebutton in de Aeries calculator geeft aan dat het aandeel van het habitat H1330 binnen deze beide hexagonen 0,0 hectare betreft. Een oppervlakteberekening in GIS laat zien dat in betreffende hexagoon 20m<sup>2</sup> H1330A is gekarteerd. Het betreft dus een zeer klein areaal waar zich in potentie een verslechtering zou kunnen voordoen als gevolg van de eenmalige depositie van 0,08 mol N/ha. Onderstaande afbeelding toont de ligging het betreffende hexagoon nabij Moddergat. Uit de luchtfoto volgt de 20 m<sup>2</sup> H1330 die binnen het hexagoon is gekarteerd op die plaats

<sup>18</sup> Memo "notitie depositiebijdrage onder 0,05 mol/ha/jr (brief van 1 februari 2019)" te vinden op <https://www.aerius.nl/nl/documenten>.



niet aanwezig kan zijn, omdat daar een ingezaaid grastalud en slootoever van de dijk aanwezig is. Het gras bestaat hier hoofdzakelijk uit Engels raaigras en rood zwenkgras. In onderstaande afbeelding is het betreffende hexagoon, de gekarteerde oppervlakte H1330A binnen dat hexagoon getoond. In het rechterdeel van de figuur duidelijk zichtbaar dat op de plaats waar in het linkerdeel van de figuur H1330A is gekarteerd, het dijkstalud en de dijkzijdige rand van de kwelstoot is gelegen. Na de figuur volgen enkele foto's die gemaakt zijn tijdens het gebiedsbezoek waarin is vastgesteld dat met zekerheid binnen het betreffende hexagoon geen habitattype H3130 voorkomt.



*Figuur 9-2 Ligging van het hexagoon waarbinnen overbelast H1330A voorkomt. Het hexagoon is met een rode omlijnning aangegeven, de ligging van H1330 is weergegeven in paars*



*Figuur 9-3 Grastalud van de dijk en slootkant (linkerzijde van de sloot op de linker foto) die ten onrechte is gekarteerd als H1330A. Aan de dijkzijde van de kwelstoot komen geen soorten voor die wijzen op het voorkomen van plantengemeenschappen die horen bij habitattype H1330A*

Uit het voorgaande volgt dat binnen dit hexagoon geen H1330A voor kan komen, dit habitattype is uitsluitend aan de andere zijde van de kwelstoot aanwezig. Omdat dit het enige hexagoon is dat overbelast of naderend overbelast is, kan geen sprake zijn van een effect als gevolg van de eenmalige depositie door het project Ternaard voor dit habitattype.

Ook als in de 20 m<sup>2</sup> waarmee het overbelaste hexagoon overlapt met het Natura 2000-gebied wel het habitattype H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks) voor zou komen, dan nog kan geen sprake zijn van een effect. Daarvoor gelden de volgende argumenten:

- 1) De berekende achtergronddepositie op het betreffende hexagoon (1.637 mol N/ha/jaar) wordt bepaald door de overlap met de weg achter de dijk en de daar aanwezige bebouwing. De achtergronddepositie op de twee hexagonalen die grenzen aan het stukje van 20 m<sup>2</sup> dat in het Natura 2000-gebied ligt is respectievelijk 753 en 956 mol N/ha/jaar. Op basis daarvan kan de depositie op de betreffende 20 m<sup>2</sup> onmogelijk hoger zijn dan 1.571 mol, de kritische depositiewaarde van H1330A. Het betreffende deel van het Natura 2000-gebied kan dus feitelijk niet overbelast zijn.
- 2) De dijk wordt in de zomermaanden begraasd met schapen die daar dag en nacht aanwezig zijn. Hierdoor is sprake van een bemesting als gevolg van de uitwerpselen door de schapen die de eenmalige extra depositie met 0,08 mol als gevolg van de werkzaamheden verre overstijgt. Deze eenmalige toename kan dan ook niet leiden tot een significante verslechtering van de kwaliteit van het habitatype voor zover dat in dit hexagoon voor zou komen.

## 9.2.5 Samenvatting passende beoordeling effecten stikstofdepositie

De stikstofdeposities langs de Friese vastelandskust als gevolg van dit project zijn klein. Langs de vastelandskust blijkt slechts op één hexagoon waarvoor geldt dat de kritische depositiewaarde door de achtergronddepositie (naderend) is, overschreden stikstofdepositie op te treden als gevolg van dit project. Nadere analyse laat zien dat de gekarteerde oppervlakte van het beschermde habitat H1330 voor dit hexagoon kleiner dan 0,0 ha is, namelijk 20 m<sup>2</sup> en dat het binnen dit hexagoon feitelijk niet voorkomt. Ook als het habitatype daar wel voor zou komen kan geen sprake zijn van significante gevolgen. De uitvoering van het project kan dan ook niet leiden tot significant negatieve gevolgen door depositie van stikstof.

## 9.3 Passende beoordeling effecten zandsuppleties

### 9.3.1 Effecten

Als gevolg van de gaswinning zijn extra kustsuppleties nodig langs de Noordzeekust van Ameland. Omdat deze extra kustsuppleties noodzakelijk zijn als gevolg van de gaswinning, wordt het effect daarvan in deze passende beoordeling getoetst. De effecten die op kunnen treden door het extra volume aan zandsuppleties kunnen voor de kust van Ameland zijn beschreven in paragraaf 8.3.3. In Tabel 9-2 zijn als gevolg hiervan op kunnen treden op de Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone en Duinen Ameland samengevat.

Tabel 9-2 Samenvatting effecten door kustsuppleties op Natura 2000-gebied Noordzeekustzone en Duinen Ameland

| Thema                        | Aard en omvang van effecten op Natura 2000-gebied                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Waterbeweging en morfologie  | Relevant Natura 2000-gebied: Noordzeekustzone<br>Door zandwinning: Gezien de ligging ruim buiten het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone treden geen effecten op.<br>Door transport: Dit aspect is voor het transport van zand door baggerschepen niet relevant.<br>Door suppletie: Verandering van stroomsnelheid is beperkt en leidt niet tot significante effecten. De zeebodem wordt over een zeer beperkt extra oppervlakte bedekt ten opzichte van de reguliere kustlijn zorgsuppletie. Na 3-5 jaar zijn de effecten van de bedekking hersteld. Bedekking van schelpdierbanken van Spisula of Ensis kan door doorwerking leiden tot effecten op (kwalificerende) soorten.                                                                                                                  |
| Waterkwaliteit               | Relevant Natura 2000-gebied: Noordzeekustzone<br>Door zandwinning, transport en suppletie: Effecten op waterkwaliteit zijn zeer beperkt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Natuurlijk sedimenttransport | Relevant Natura 2000-gebied: Noordzeekustzone<br>Door zandwinning: Er is als gevolg van het slib dat vrijkomt, wat voor vertroebeling zorgt, een beperkte afname van de primaire productie. De doorwerking hiervan naar de groei van schelpdieren is zeer beperkt en in de passende beoordeling van de zandwinning beoordeeld als niet significant (Kleijberg et al., 2017).<br>Door transport: Tijdens het transport kan een kleine hoeveelheid slib in het water terecht komen. De hoeveelheid is te gering om tot effecten te kunnen leiden.<br>Door suppletie: Er zal als gevolg van de suppletie een tijdelijke toename van de hoeveelheid slib in de waterkolom optreden in de ondiepe kustzone. Dit kan lokaal leiden tot een verminderde primaire productie en een verminderd doorzicht. |

| Thema                               | Aard en omvang van effecten op Natura 2000-gebied                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Geluid, trilling, beweging en licht | <p>Relevant Natura 2000-gebied: Noordzeekustzone en Duinen Ameland</p> <p>Door zandwinning: Mede gezien de ligging ruim buiten het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone en afwezigheid van locatiegebonden soorten zijn er geen effecten.</p> <p>Door transport: De geluidsniveaus onder water zijn te laag om significante effecten te kunnen hebben. Effecten door optische verstoring/ geluidverstoring zijn alleen mogelijk voor zee-eenden. De beperkte lichtuitstraling leidt niet tot effecten.</p> <p>Door suppletie: De geluidsniveaus onder water zijn te laag om significante effecten te kunnen hebben. Effecten door optische verstoring/geluidverstoring zijn alleen mogelijk voor zee-eenden. De beperkte lichtuitstraling leidt niet tot significante effecten.</p> |
| Stikstofdepositie                   | <p>Relevant Natura 2000-gebied: Noordzeekustzone en Duinen Ameland (en mogelijk ook Duinen Schiermonnikoog)</p> <p>De effecten van stikstofdepositie door zandsuppleties zijn nog niet te bepalen, omdat nog niet duidelijk is hoeveel zand waar wordt gesuppleerd. Dit geldt ook voor de toekomstige reguliere kustsuppleties (van Duin et al., 2017). Toetsing van de stikstofdepositie zal voorafgaand aan de uitvoering van de suppleties plaatsvinden, waarbij dient te worden vastgesteld dat significant negatieve effecten door stikstofdepositie kunnen worden uitgesloten.</p>                                                                                                                                                                                           |



### 9.3.2 Mitigatie

De mogelijke effecten die kunnen optreden door het aanbrengen van het extra volume aan zandsuppletie wordt bepaald door de specifieke omstandigheden, waaronder de locatie van de zandsuppletie, het type zandsuppletie (voor het extra zandvolume worden in principe alleen onderwatersuppleties beschouwd), de periode van uitvoering en de combinatie met de condities van het uitvoeringsgebied (zandwingebied, transportroute en te suppleren gebied). Onder de condities in het uitvoeringsgebied vallen het vóórkomen van schelpenbanken van *Ensis* of *Spisula*, ‘zilte pionierbegroeiingen’, ‘embryonale duinen’, de samenstelling van het suppletiezand, het vóórkomen van zeehonden en de aanwezigheid van nestplaatsen van kustbroedvogels. In het Natura 2000-beheerplan Noordzeekustzone zijn een aantal vrijstellingsvoorwaarden opgenomen, die deze mogelijke effecten mitigeren. De voorwaarden zijn in het beheerplan opgenomen in bijlage B3.3.1. De nummering in onderstaand overzicht is overeenkomstig de nummering van de voorwaarden in het beheerplan. Alleen die voorwaarden die betrekking hebben op onderwatersuppleties zijn hier opgenomen. Daar waar sprake is van aantonen door “Rijkswaterstaat”, is dit vervangen door “NAM”. Welke van deze maatregelen van toepassing is op het betreffende extra volume zandsuppletie zal steeds voorafgaand aan de uitvoering van de zandsuppletie worden vastgesteld, overeenkomstig het gestelde in artikel 20.

#### A. Zandsuppleties

Bij de bepaling is aangegeven of de bepaling geldt voor onderwatersuppleties, strandsuppleties of voor beide.

##### *Permanent overstroomde zandbanken (onderwatersuppleties)*

1. Suppleties worden zodanig uitgevoerd dat schelpenbanken van levende *Spisula subtruncata* niet bedekt worden met zand.
2. Indien NAM aantoont dat bedekking met zand van de in artikel 1 genoemde schelpenbanken onvermijdelijk is, worden de uit te voeren suppleties niet gestart in de periode van 1 juni tot 1 maart.
3. De suppleties die schelpenbanken met levende *Ensis directus* bedekken zijn toegelaten als NAM aantoont dat er geen negatieve gevolgen zullen zijn voor de voedselvoorziening van zee-eenden.

##### *Grijze en gewone zeehond (onderwater- en strandsuppleties)*

1. Schepen die zand suppleren houden minimaal 1200 meter afstand van het deel van de zandplaat(platen) waarop zich grijze of gewone zeehonden bevinden.
2. Het suppleren vanuit schepen op kortere afstand dan 1200 meter is toegestaan als NAM aantoont dat wegens fysieke omstandigheden (zoals de ligging van vaargeulen en ondieptes op de route van suppletievaartuigen) niet aan die afstandsvereiste kan worden voldaan en er geen negatieve gevolgen zijn voor zeehonden ten aanzien van het gebruik van de betreffende zeehondenligplaats(en).
3. Bij het vóórkomen van zeehonden met pups op zandplaten en bij de suppletielocatie is uitvoering van suppleren conform artikel 9 alleen toegestaan buiten de onderstaande werp- en zoogperiodes van zeehonden:
  - bij grijze zeehonden: tussen 1 december en 31 januari;
  - bij gewone zeehonden: tussen 1 mei en 31 juli.
4. In situaties als bedoeld bij het hierboven vermelde artikel 10 gelden voor schepen de volgende aanvullende voorwaarden:
  - geen bemanning aan dek, tenzij dit strikt noodzakelijk is;
  - geen andere verlichting dan navigatieverlichting, behoudens noodgevallen;
  - geen geluidsproductie anders dan die uit technische- (motor) of veiligheidsoverwegingen (scheepshoorn) noodzakelijk is.

##### *Topper, eidereend en zwarte zee-eend (onderwater- en strandsuppleties)*

1. Schepen die zand suppleren, houden minimaal 500 meter afstand van vogelconcentraties van topper, eidereend- en zwarte zee-eend.

#### B. Transport van zand tussen win- en suppletielocaties

##### *Grijze en gewone zeehond*

1. Op schepen die zand transporteren zijn de voorwaarden opgenomen in de artikelen 8 tot en met 11 overeenkomstig van toepassing, met dien verstande, dat voor de term “suppleren” de term “transporteren” moet worden gelezen.

#### *Topper, eidereend en zwarte zee-eend*

1. Schepen die zand transporteren, houden minimaal 500 meter afstand tot vogelconcentraties van topper, eidereend en zwarte zee-eend.

#### *Zee-eenden in zones 1 (op grond van het Toegangbeperkend Besluit Noordzeekustzone ex artikel 20 Nb-wet)*

1. Voor zandsuppletievaartuigen is doorvaart van 1 november tot 1 april mogelijk via een variabele corridor, waarvan de exacte locatie afhankelijk is van de ligging van het zandwingsgebied en de te bereiken suppletielocatie en de aanwezigheid van concentraties zee-eenden. De ligging van de variabele corridor wordt in overleg met het bevoegd gezag vastgesteld, waarbij als uitgangspunt geldt dat de vaarafstand tussen het zandwingsgebied en de suppletielocatie zo kort mogelijk is met dien verstande, dat er een afstand van minimaal 1500 meter in acht wordt genomen ten opzichte van concentraties zee-eenden.

#### C. Zandwinningen

1. Zandwinningen gelegen nabij Natura 2000-gebieden in de Noordzeekustzone zijn toegelaten op een afstand van minimaal 900 meter buiten het Natura 2000-gebied.
2. Zandwinningen nabij Natura 2000-gebieden op locaties waar dieper dan 2 meter in de bodem zand gewonnen wordt, zijn toegelaten op een afstand van minimaal 2000 meter van het Natura 2000-gebied.

#### D. Aanvullende voorwaarden voor melding aan en afstemming met het bevoegd gezag en het publiek

1. Voorgenomen zandsuppleties worden door NAM tenminste drie maanden voorafgaand aan de uitvoeringsperiode gemeld bij het bevoegd gezag. Bij de melding worden tevens de locatie, wijze van uitvoering, hoeveelheden zand en maatregelen ter voorkoming of beperking van negatieve effecten op de beschermde natuurwaarden weergegeven. Dat geldt onder andere voor gegevens over schelpenbanken (artikelen 1 en 3), de aanwezigheid van zeehonden nabij suppleties en transport (artikel 8, 10 en 15) en de ligging van de variabele corridors (artikel 17).
2. Gelijktijdig met de melding aan het bevoegd gezag volgens artikel 20 informeert NAM de betrokken gemeente en doet publieke mededeling van de voorgenomen suppletie. Hierbij geeft NAM ook aan op welke wijze de gegevens als vermeld in de artikelen 20 en 21 beschikbaar worden gesteld aan het publiek.

In aanvulling op deze vrijstellingsvoorwaarden, op grond van zijn zorgplicht volgens de Nb-wet, stelt Rijkswaterstaat voor de aannemers een protocol op waarin voorschriften zijn opgenomen als extra garantie van de nakoming van de vrijstellingsvoorwaarden. Het protocol maakt onderdeel uit van de aangenomen opdracht.

### **9.3.3 Beoordeling**

Op basis van de conclusies uit de diverse onlangs uitgevoerde toetsingen ten behoeve van zandwinning- en -suppletie wordt geconcludeerd dat het toekomstige extra volume zandsuppletie niet zal leiden tot significant negatieve effecten op de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone. Bij de toekomstige beoordeling van de ecologische effecten van het extra zandvolume bij specifieke zandsuppleties zal dit voor de specifieke situatie en met de dan beschikbare gegevens en kennis worden gedaan. In de beoordeling zijn de mitigerende maatregelen betrokken, die zijn genoemd in paragraaf 9.3.2, die overeenkomen met de vrijstellingsvoorwaarden die betrekking hebben op de reguliere kustsuppleties.

## **9.4 Conclusies**

Op basis van de beoordeling van de effecten van de stikstofdepositie in de aanlegfase en de effecten van het extra volume zandsuppleties in de winningsfase die in het voorgaande is geschreven wordt geconcludeerd dat -mede gezien de mitigerende maatregelen die worden getroffen- geen sprake zal zijn van significante gevolgen voor de Natura 2000-gebieden Waddenzee, Noordzeekustzone, Duinen Ameland, Duinen Schiermonnikoog en Groote Wielen.



## 9.5 Monitoring

Als onderdeel van de HadK-systematiek bij de Gaswinning Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen en Gaswinning Ameland wordt vanwege het voorzorgsprincipe monitoring uitgevoerd naar biotische en abiotische parameters in de Waddenzee. Het monitoringsprogramma bestaat uit signaleringsmetingen, om vast te stellen of zich geen onverwachte meetbaar nadelige effecten voordoen op de instandhoudingsdoelen van het Natura 2000-gebied Waddenzee die zouden kunnen samenhangen met de bodemdaling voor gaswinning. In Bijlage D is het vigerende monitoringsprogramma voor de Gaswinning Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen opgenomen.

Omdat de HadK-systematiek ook wordt gehanteerd bij de gaswinning Ternaard, wordt ook voor Ternaard een monitoringsprogramma opgesteld dat is gericht op het aantonen dat geen sprake is van meetbare nadelige ontwikkeling van de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied Waddenzee door de gaswinning Ternaard. Het invloedsgebied van de gaswinning Ternaard sluit aan bij en overlapt deels met dat van de gaswinning Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Daarom wordt het monitoringsprogramma Ternaard gebaseerd op het monitoringsprogramma gaswinning Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen.

Het monitoringsprogramma Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen worden voor de gaswinning Ternaard uitgebreid in de ruimte, zodat ook in het gebied waar de bodemdaling door de gaswinning Ternaard plaatsvindt voldoende waarnemingen plaatsvinden. Deze aanvullingen zijn opgenomen in het addendum bij het monitoringprogramma (Bijlage E).

Het monitoringsprogramma bij de gaswinning Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen wordt jaarlijks aangepast naar aanleiding van de monitoringsresultaten en de discussies daarover en het advies van de Auditcommissie. Omdat het vigerende monitoringsprogramma sinds 2014 van kracht is, hebben al aanpassingen plaatsgevonden. Ter wille van de overzichtelijkheid zijn deze aanpassingen opgenomen in het addendum bij het monitoringprogramma (Bijlage E). Iedere 6 jaar vindt een uitgebreide evaluatie plaats van de monitoring, die ook aanleiding kan zijn voor aanpassingen van het monitoringsprogramma. De volgende evaluatie zal plaatsvinden in 2019, zodat in 2020 een aangepast monitoringsprogramma zal worden vastgesteld.

## 10 LITERATUUR

- Apeldoorn, R. van & C.J. Smit, 2006. Vuurwerk en Natuur, effecten van evenementenvuurwerk op beschermde natuurwaarden in Zeeland. Alterra rapport 1383. Alterra, Wageningen.
- Arcadis, 2016. Deel II. Locatiespecifieke Passende beoordeling. Zandwinning, zandtransport & zandsuppletie Vlieland Oost en Vlieland Haven.
- Baart F., R. Leander, J. de Ronde, H. de Vries, V. Vuik, R. Nicolai. 2015. Zeespiegelmonitor 2014; Rekenmethode voor huidige en toekomstige zeespiegelstijging. Deltares, HKV Lijn in Water, KNMI rapport 1209426-000-VEB-0011, Finale versie.
- Ballasus, H. & Sossinka, R. 1996. Auswirkungen von Hochspannungstrassen auf die Flächennutzung überwinternder Bläß- und Saatgänse Anser albifrons, A. Fabalis. Journal of Ornithology 138: 215-228.
- Beets, D.J., Van der Spek, A.J.F. & Van der Valk, L., 1994: Holocene ontwikkeling van de Nederlandse kust. RGD rapport 40.016 – Project Kustgenese. Haarlem, Rijks Geologische Dienst, Hoofdafdeling Ondiepe Ondergrond, 53 pp.
- Blomert, A.M., 2002. De samenhang tussen bodemgesteldheid, droogligtijd en foerageerdichtheid van vogels binnen de intergetijdenzone. A&W-rapport 330. Altenburg & Wymenga Ecologisch onderzoek, Veenwouden.
- Bray, R.N. (ed.) 2008. Environmental aspects of dredging. Taylor & Francis Group: London.
- Broekmeyer, M.E.A. (redactie), 2006. Effectenindicator Natura 2000-gebieden; achtergronden en verantwoording ecologische randvoorwaarden en storende factoren. Wageningen, Alterra, rapport 1375.
- Christianen, M.J.A., S.J. Holthuisen, E.M. van der Zee, A. van der Eijk, L.L. Govers, T. van der Heide, H. de Paoli & H. Olff, 2015. Ecotopen- en Kansrijkdomkaart; Project Waddensleutels. Van de Nederlandse Waddenzee Waddensleutels rapportnummer 2015.04.01.
- De Waal, J.A., J.P.A. Roest, P.A. Fokker, I.C. Kroon, J.N. Breunese, A.G. Muntendam-Bos, A.P. Oost & G. van Wirdum. 2012. The effective subsidence capacity concept: How to assure that subsidence in the Wadden Sea remains within defined limits? Netherlands Journal of Geosciences — Geologie en Mijnbouw, vol. 91 – 3, pag. 385 – 399.
- Dijkema, K.S., W.E. van Duin, E.M. Dijkman, A. Nicolai, H. Jongerius, H. Keegstra, L. van Egmond, H.J. Venema & J.J. Jongsma, 2011. Vijftig jaar monitoring en beheer van de Friese en Groninger kwelderwerken: 1960-2009, Alterra Wot-werkdocument 22.
- DLG, 2017. PAS-gebiedsanalyse Waddenzee (001). Versie januari 2017.
- Donker, J., 2015. Hydrodynamic processes and the stability of intertidal mussel beds in the Dutch Wadden Sea. Proefschrift Universiteit Utrecht.
- Duran Matute, M., T. Gerkema, G.J. de Boer, J.J. Nauw, U. Gräwe, 2014. Residual circulation and fresh-water transport in the Dutch Wadden Sea: a numerical modeling study. Ocean Science, 10, 611–632. DOI:10.5194/os-10-611-2014.
- Elias, E.P.L., 2019, Een actuele sedimentbalans van de Waddenzee. Deltares rapport 11203683-001-ZKS-0002, Versie 0.2, 19 september 2019, definitief.
- Elias E.P.L. en A. Bruens, 2013, Beheerbibliotheek Ameland – Feiten & cijfers ter ondersteuning van de jaarlijkse toetsing van de kustlijn. Deltares rapport 1207724-004-ZKS-0015.

- Elias, E.P.L., Van der Spek, A.J.F., Wang, Z.B. and De Ronde, J.G., 2012. "Morphodynamic development and sediment budget of the Dutch Wadden Sea over the last century," Netherlands Journal of Geoscience, 91(3), 293–310.
- Elschot, K., A. de Groot, K. Dijkema, C. Sonneveld, J.T. van der Wal, P. de Vries, B. Brinkman, W. van Duin, W. Molenaar, J. J. Krol, L. Kuiters, D. de Vries, R. Wegman, P. Slim, E. Koppelaar, J. de Vlas, 2017. Ontwikkeling kwelder Ameland-Oost; Evaluatie bodemdalingsonderzoek 1986-2016 in: Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland (red.). Monitoring effecten van bodemdaling op Oost-Ameland.
- Ens B.J., Dokter A., Rappoldt K. & Oosterbeek K. 2015. Wat bepaalt de draagkracht van de Waddenzee voor wadvogels: onderzoek naar het verspreidingsgedrag van Scholeksters. Sovon-rapport 2015/02. Sovon Vogelonderzoek Nederland.
- Ens, B.J. (ed.), Krol, J., van der Meer, J., Piening, H., Wijsman, J., Schekkerman, H., Rappoldt, K. 2015. Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag. Sovon-rapport 2015.15. Sovon Vogelonderzoek Nederland.
- Ens B.J., Kersten M., Krol J., van der Meer J., Wijsman J., Schekkerman H. & Rappoldt K. 2016. Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag – rapportage tot en met monitoringjaar 2015. Sovon-rapport 2016/15. Sovon Vogelonderzoek Nederland.
- Ens B.J., Kersten M., Wijsman J., van der Meer J., Schekkerman H., van Winden E. & Rappoldt K. 2017. Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - rapportage tot en met monitoringjaar 2016. Sovon-rapport 2017/15. Sovon Vogelonderzoek Nederland.
- Ens B.J., van der Meer J., Troost K., van Winden E., Schekkerman H. & Rappoldt C. 2018. Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - rapportage tot en met monitoringjaar 2017. Sovon-rapport 2018/14. Sovon Vogelonderzoek Nederland.
- Ens B.J. Van der Meer J. Troost K. Van Winden E. Schekkerman H. Rappoldt K., 2019. Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag. Rapportage tot en met monitoringjaar 2018. Sovon-rapport 2019/22.
- Eysink, W.D. and Biegel, E.J., 1992. ISOS\*2 Project, Impact of sea level rise on the morphology of the Wadden Sea in the scope of its ecological function, Investigations on empirical morphological relations, Report H1300 Phase 2, WL | Delft Hydraulics Laboratory, September 1992, 73 p.
- Eysink, W.D., 1979. Morfologie van de Waddenzee, gevolgen van zand- en schelpenwinning. Waterloopkundig Laboratorium, Rapport R1336.
- Fokker, P.A., F.J. van Leijen, B. Orlic, H. van der Marel, R.F. Hanssen. 2018. Subsidence in the Dutch Wadden Sea. Netherlands Journal of Geosciences Volume 97, pag. 129-181.
- Haasnoot, M., L. Bouwer, F. Diermanse, J. Kwadijk, A. van der Spek, G. Oude Essink, J. Delsman, O. Weiler, M. Mens, J. ter Maat, Y. Huismans, K. Sloff & E. Mosselman, 2018, Mogelijke gevolgen van versnelde zeespiegelstijging voor het Deltaprogramma. Een verkenning. Deltares rapport 11202230-005-0002.
- Herman, P., N. Villars, J. Winterwerp, T. Van Kessel, Z. Wang, C. Brière, L. Van Rijn, and J. Cleveringa, 2016. Analyse Vaargeul Holwerd-Ameland, Deltares rapport.
- Hoeksema, H.J., H.P.J. Mulder, M.C. Rommel, J.G. de Ronde & J. de Vlas, 2004. Bodemdalingsstudie Waddenzee 2004: Vragen en onzekerheden opnieuw beschouwd. RIKZ-rapport 2004-025. 67 p. + bijlagen.

- Hoekstra, H., Winkels, H., & Gerritsen, J., 1998. De bodemopbouw van de buitendijkse gronden langs de noordkust van Friesland en Groningen. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directie IJsselmeergebied.
- Institute of Estuarine & Coastal Studies, 2009. Construction and waterfowl: Defining sensitivity, response, impacts and guidance. University of Hull.
- Kleijberg, R., M.J.C. Rozemeijer & J.T. van der Wal, 2017. Zandwinning Noordzee 2018-2027; Nadere verdieping effecten Natura 2000. Arcadis rapport 079690040 A.
- KNMI, 2015: KNMI'14-klimaatscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie, KNMI, De Bilt, 34 pp.
- Koolstra, 2017. Pilotsuppletie Ameland Zeegat, Passende beoordeling en Soortbeschermingstoets. Arcadis. Projectnummer C05062.000180 en referentie 079386961.A.
- Koolstra, 2018. Conformiteitstoets beheerplan. Zandwinning, zandtransport en zandsuppletie Ameland Midden. Arcadis. Projectnummer C05062.000169 en referentie 079732789.B.
- Kragtwijk, N. G., Zitman, T. J., Stive, M. J. F. and Wang, Z. B., 2004. Morphological response of tidal basins to human interventions, Coast. Eng., 51(3): 207-221.
- Krol, J. 2018. Wadsedimentatie metingen op Ameland, Piet Scheveplaat, Engelsmanplaat, Paesens en Schiermonnikoog 2007-2017. Rapport Natuurcentrum Ameland.
- Louters, T. en Gerritsen, F., 1994. Het mysterie van de wadden, Hoe een getijdesysteem inspeelt op de zeespiegelstijging. Min. Van V. en W., Dir.Gen. RWS, RIKZ, Rapp. RIKZ94.040, oktober 1994. NAM, 1990. Bodemdaling door aardgaswinning, Groningen Veld en Randvelden, Statusrapport 1990, Prognose tot het jaar 2050, NAM, februari 1990.
- Ministerie van Economische Zaken, 2006. Gaswinning binnen randvoorwaarden; Passende beoordeling van het rijksprojectbesluit gaswinning onder de Waddenzee vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen.
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2017. Effectenindicator website.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2016a. Natura 2000-beheerplan Waddenzee Periode 2016-2022.
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2008a. Natura 2000-gebied Waddenzee. Directie Regionale Zaken DRZO/2008-001.
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2009. Profielendocument schorren en zilte graslanden.
- Molenaar, J.G. de, 2003, Lichtbelasting. Overzicht van de effecten op mens en dier. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 778.
- Mulder, J.P.M., 2000, Zandverliezen in het Nederlandse kuststelsel, Rijkswaterstaat RIKZ, rapport RIKZ/2000.36.
- NAM, 2006. MER Gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen.
- NAM, 2007. Meet- en regelprotocol Winning Waddenzeegas vanaf de locaties Moddergat, Lauwers en Vierhuizen. NAM rapport EP200612202112.
- NAM, 2013b. Winningsplan MLV.

- NAM, 2017. Long Term Subsidence vervolgstudie juli – oktober 2017; 30 jaar monitoring van bodemdaling in dynamisch waddengebied met de “hand aan de kraan” controle op bodemdaling. Notitie Nederlandse Aardolie maatschappij, 20 oktober 2017. Doc nr. EP201710200509.
- NAM, 2018. Gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen: publieksamenvatting en integrale beoordeling van de monitoringresultaten over 2017. Rapport Nederlandse Aardolie maatschappij.
- NAM, 2019. Winningsplan Ternaard.
- NAM, 2019. Monitoring van de effecten van bodemdaling door gaswinning in het Wadden- en Lauwersmeergebied, evaluatie monitoring 2013-2019. NAM rapport EP201907205142.
- NAM, 2019. Gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Resultaten uitvoering Meet- en regelcyclus 2018. NAM Rapport EP201905200582.
- Nederbragt, G. 2005. Zandvoorraden van het kuststelsel, onderbouwing van een conceptueel model met behulp van trends van de winst- en verliesposten over de periode 1973-1997. Rapport RIKZ/2005.033. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ.
- Nederhoff, K., B. Smits & Z. B. Wang. 2017. KPP Wadden Data analyse: getij en morfologie Deltares rapport 11200521-000.
- Oost, A.P., B.J. Ens, A.G. Brinkman, K.S. Dijkema, W.D. Eysink, J.J. Beukema, H.J. Gussinklo, B.M.J. Verboom & J.J. Verburgh, 1998. Integrale bodemdalingstudie Waddenzee. Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V., Assen. 372 p.
- Perdon, K.J., Troost, K., Zwol, J. van, van Asch, M., van der Pool, J. 2018. Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone in 2018. Stichting Wageningen Research, Centrum voor Visserijonderzoek (CVO) CVO rapport 18.010.
- Provincie Fryslân, 2017. Kaartenapplicatie natuur (fryslan.maps.arcgis.com).
- Rappoldt C. & Ens B.J. 2013. Het effect van bodemdaling op overwinterende scholeksters in de Waddenzee. Een modelstudie met WEBTICS. EcoCurves rapport 17/ Sovon-rapport 2013/19. EcoCurves / Sovon Vogelonderzoek Nederland.
- Reijnen M.J.S.M. & R.P.B. Foppen. 1991. Effect van wegen met autoverkeer op de dichtheden van broedvogels (hoofdrapport). IBN-rapport 91/1. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Leersum.
- Rijkswaterstaat, 2013. Kenmerkende waarden Getijgebied 2011.0. Rapport.
- Rijkswaterstaat, 2016a. Kustlijnkaarten 2017. Rapport.
- Rijkswaterstaat, 2016b. Toelichting bij de Vegetatiekartering Kwelderwerken Friesland & Groningen 2014. Op basis van false colour-luchtfoto's 1:10.000. Rijkswaterstaat Water Verkeer en Leefomgeving (RWS-WVL).
- Rijkswaterstaat, 2016c. Algemene Passende beoordeling zandwinning, zandtransport en zandsuppletie – Deel I. Versie 2016.
- Schrijvershof, R., H. van den Boogaard & M. Visser, 2018. Analyse LiDAR data voor het Friesche Zeegat (2010-2017); Monitoring effect bodemdaling door gaswinning. Deltaresrapport 11202013-000.
- Smit, C.J., S.M.J.M Brasseur, B.J. Ens & K.H. Oosterbeek, 2007. Effecten van schietoefeningen vanaf fort Erprins op natuurwaarden in het zeegat van Texel. IMARES rapport C109/07, SOVON onderzoeksrapport 2007/05. Imares, Den Burg; Alterra, Wageningen.



- Steinborn, H., Reichenbach, M., Timmermann, H., 2011. Windkraft – Vögel – Lebensraum Ergebnisse einer siebenjährigen Studie zum Einfluss von Windkraftanlagen und Habitatparametern auf Wiesenvögel. Eine Publikation der ARSU GmbH.Arbeitsgruppe für regionale Struktur- und Umweltforschung GmbH.
- TNO, 2016. Advies “actualisering beleidsscenario zeespiegelstijging voor delfstofwinning onder de Waddenzee”. Brief d.d. 27 juni 2016 met kenmerk AGE 16-10.066.
- Van der Lugt M., Visser, M. & Van den Boomgaard, H., 2019. Analyse LiDAR-data voor het Friese zeegat (2010-2018) Monitoring effect bodemdaling door gaswinning. Deltares rapport.
- Van den Ende, D., Troost, K., van Asch, M., Perdon, J., van Zweeden, C., 2018. Mosselbanken en oesterbanken op droogvallende platen in de Nederlandse kustwateren in 2018: bestand en arealen IJmuiden : Stichting Wageningen Research, Centrum voor Visserijonderzoek (CVO) CVO rapport 18.023.
- Van der Spek & D.J. Beets, 1992. Mid-Holocene evolution of a tidal basin in the western Netherlands: a model for future changes in the northern Netherlands under conditions of accelerated sea-level rise? Sedimentary Geology 80. 185-197.
- van der Spek, A. J.F. 2018. The development of the tidal basins in the Dutch Wadden Sea until 2100: the impact of accelerated sea-level rise and subsidence on their sediment budget – a synthesis; Netherlands Journal of Geosciences Volume 97, pag. 71-78.
- Van der Zee, E. 2014 Soft-bottom intertidal ecosystems shaped by ecosystem engineers. Consequences for trophic structure. Proefschrift Universiteit Groningen.
- Van Duin, C., M. Vrij Peerdeman, H. Jaspers, A. Bucholc. 2017. Winning suppletiezand Noordzee 2018 t/m 2027; Milieueffectrapportage. Rapport Sweco versie D1.
- Van Duin, W. E., H. Jongerius, A. Nicolai, J.J. Jongsma, A. Hendriks & C. Sonneveld, 2016a. Friese en Groninger kwelderwerken: monitoring en beheer 1960-2014. Wot/Imares-rapport C042/16.
- Van Duin, W.E. & C. Sonneveld. 2016b. Vegetatie en opslibbing in de Peazemerlannen en het referentiegebied west-Groningen: Jaarrapport 2015. Alterra Rapport C034/16.
- Van Duin, W.E. 2018. Kweldermonitoring in de Peazemerlannen en het referentiegebied West-Groningen: Jaarrapport 2017 Artemisrapport 2017-03.
- Van Goor, M. A., Zitman, T. J., Wang, Z. B. and Stive, M. J. F., 2003. Impact of sea-level rise on the morphological equilibrium state of tidal inlets, Mar. Geol., 202(3-4): 211-227.
- Vermaas, T. en V. Marges, 2015, Detailanalyse volumeveranderingen rondom Ameland, Deltares, Rapport 1220040-006.
- Vermeersen, B.L.A., A.B.A. Slangen, T. Gerkema, F. Baart, K.M. Cohen, S. Dangendorf, M. Duran-Matute, T. Frederikse, A. Grinsted, M.P. Hijma, S. Jevrejeva, P. Kiden, M. Kleinherenbrink, E.W. Meijles, M.D. Palmer, R. Rietbroek, R.E.M. Riva, E. Schulz, D.C. Slobbe, M.J.R. Simpson, P. Sterlini, P. Stocchi, R.S.W. van de Wal, M. van der Wegen. 2018. Sea-level change in the Dutch Wadden Sea; Netherlands Journal of Geosciences Volume 97, pag. 79-127.
- Voslamber, B. & Liefing, M., 2011. Standaard Rekenmethodiek grasetende watervogels in de Rijntakken. SOVON-onderzoeksrapport 2011/09. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Wang, Z.B. en W.D. Eysink, 2005. Abiotische effecten van bodemdaling in de Waddenzee door gaswinning, Rapport Z3995, WL | Delft Hydraulics.
- Wang, Z.B., Cleveringa, J. & Oost, A., 2017. Morfologische effecten bodemdaling in relatie tot gebruiksruimte. Report 1230937-000. Deltares (Delft).

- Wang, Z.B., E.P.L. Elias, A.J.F. van der Spek, Q.J. Lodder, 2018. Sediment budget and morphological development of the Dutch Wadden Sea: impact of accelerated sea-level rise and subsidence until 2100. Netherlands Journal of Geosciences Volume 97, pag. 183-214.
- Weerman, E. 2011. Spatial patterns in phototrophic biofilms. The role of physical and biological interactions Proefschrift Radboud Universiteit Nijmegen.
- Wiersma P. & van Dijk K. 2009. Hoogwatervluchtplaatsen op de kaart van het waddengebied (deel 1): kleine eilanden, platen en vastelandkust van Noord-Holland en Friesland. SOVON-informatierapport 2009/19. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

## BIJLAGE A VERSTORINGSCONTOUREN

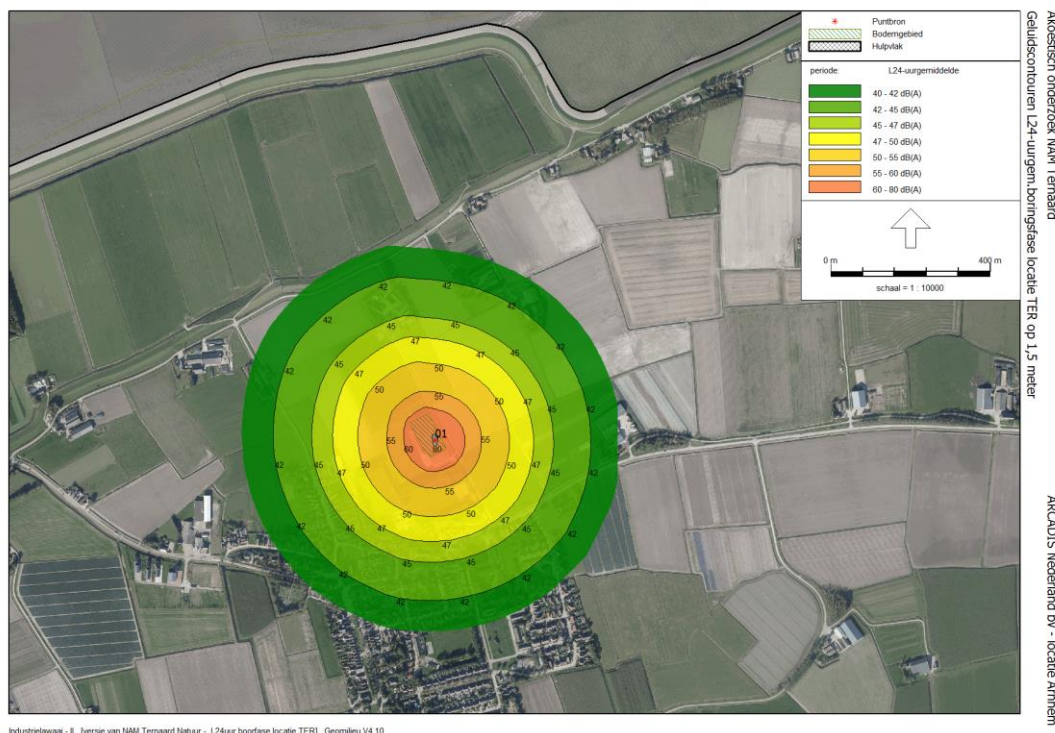
### Geluidscontouren

De geluidscontourberekeningen zijn bij het opstellen van het MER voor de gaswinning Ternaard uitgevoerd, waarbij alleen voor de locatie nabij Ternaard een berekening is gedaan. De ligging van de uiteindelijke winlocatie (Locatie 2) wijkt echter niet wezenlijk af van deze berekeningslocatie (Locatie 1), met name door de vergelijkbare afstand tot aan de Waddenzee en dezelfde invulling en werkzaamheden. Hierdoor gelden dezelfde waarden, afstanden en eventuele effecten ook voor de locatie die in deze Passende beoordeling wordt beoordeeld.

Voor de aanleg van de pijpleiding is geen visualisatie gemaakt, hiervoor geldt de volgende tabel:

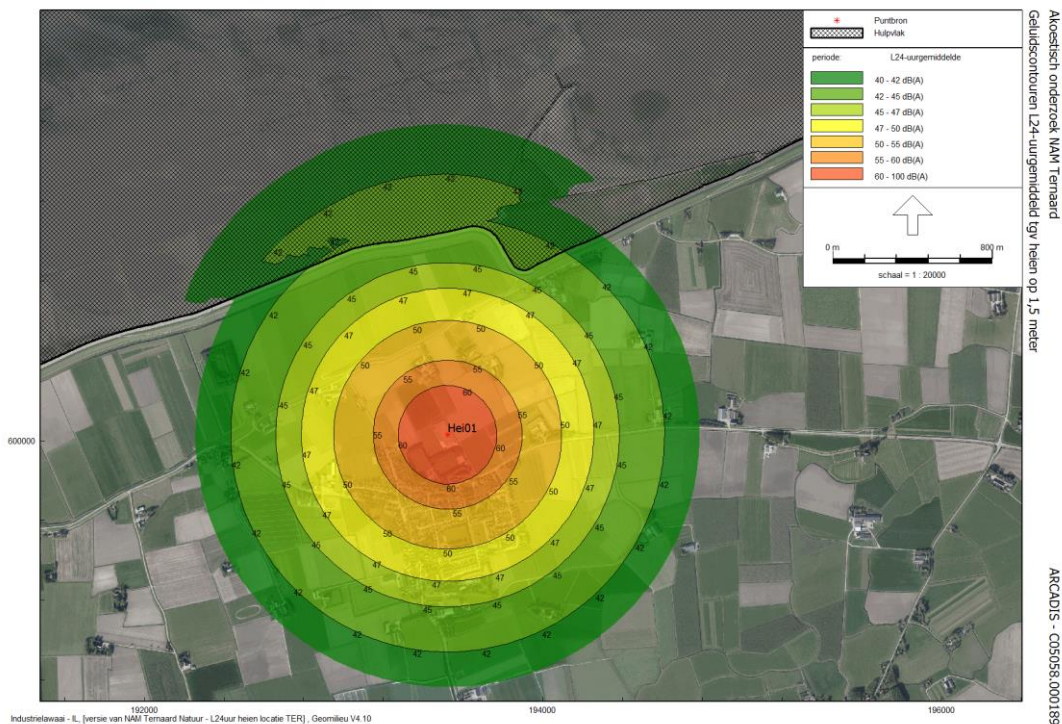
| Geluidscontour<br>[dB(A)] | Afstand ten opzichte van de bron [meter] |
|---------------------------|------------------------------------------|
| 40                        | 193                                      |
| 42                        | 160                                      |
| 45                        | 123                                      |
| 47                        | 103                                      |
| 50                        | 80                                       |
| 55                        | 54                                       |
| 60                        | 37                                       |

### Aanlegfase 24-uurs equivalent op 1,5 meter

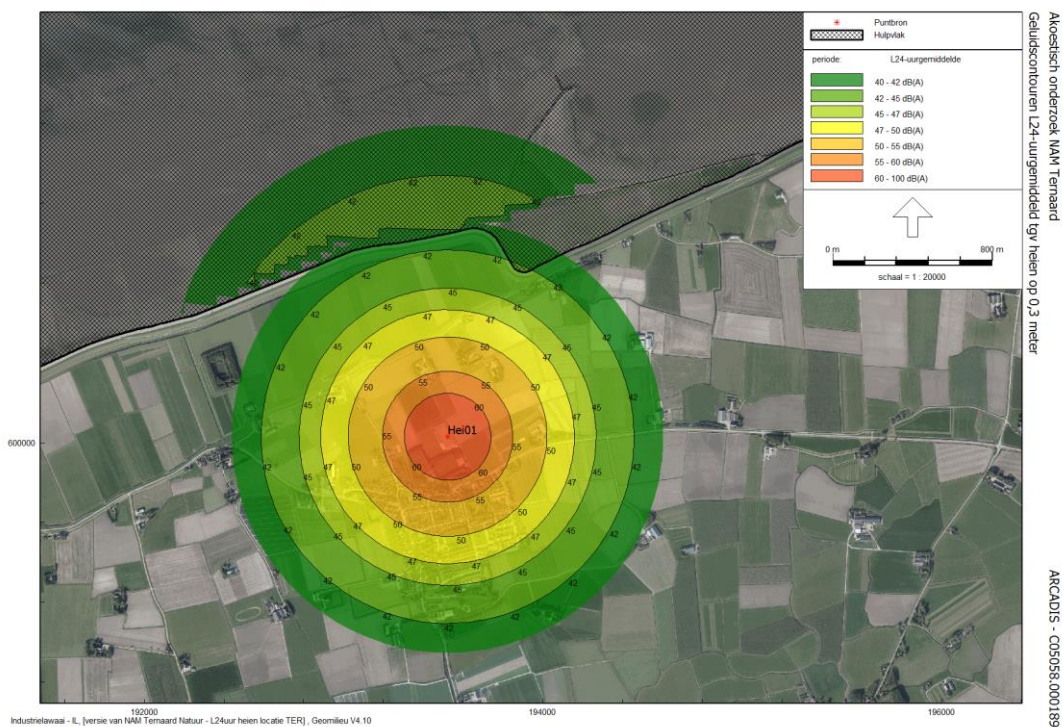




## Aanlegfase heien 24-uurs equivalent op 1,5 meter

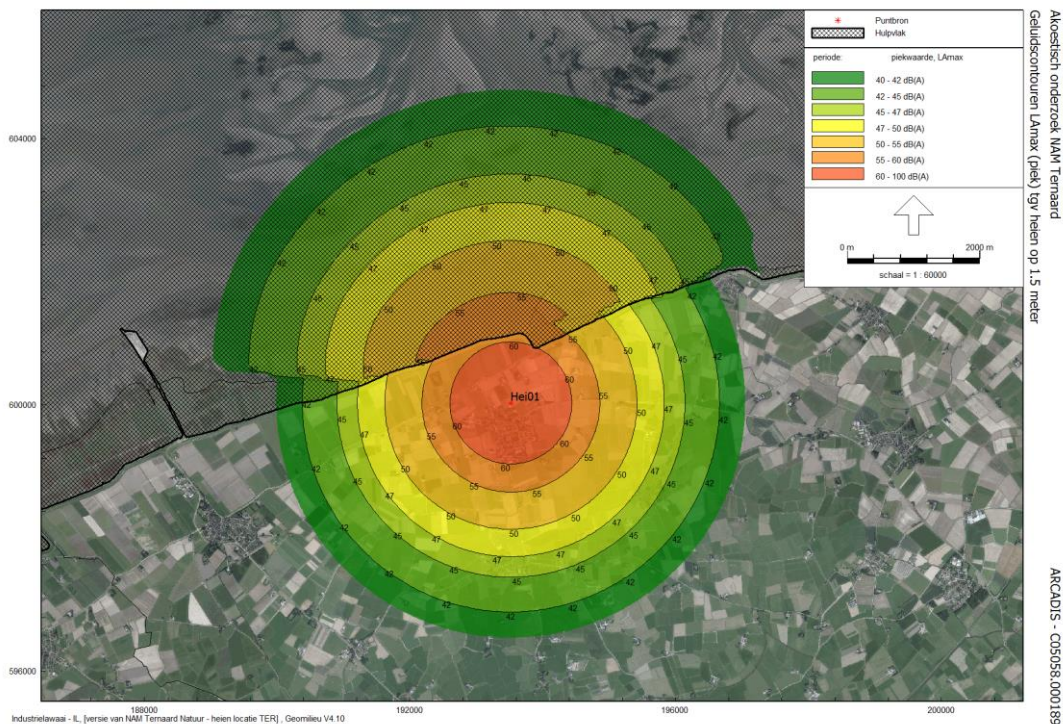


## Aanlegfase heien 24-uurs equivalent op 0,3 meter

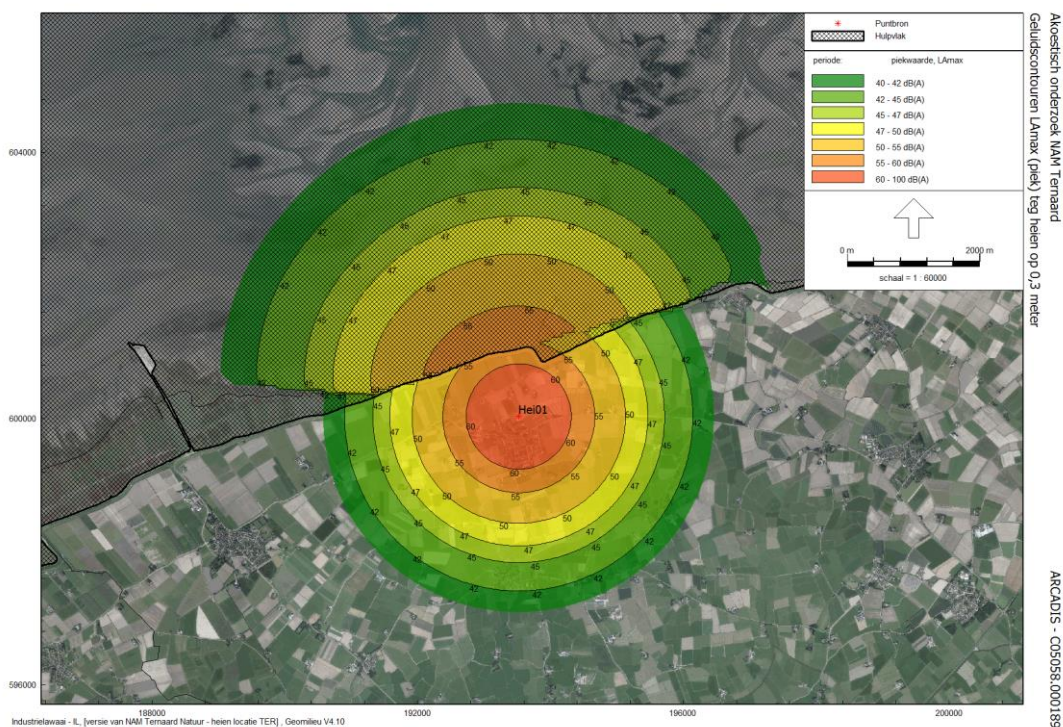




## Aanlegfase heien piekbelasting op 1,5 meter



## Aanlegfase heien piekbelasting op 0,3 meter





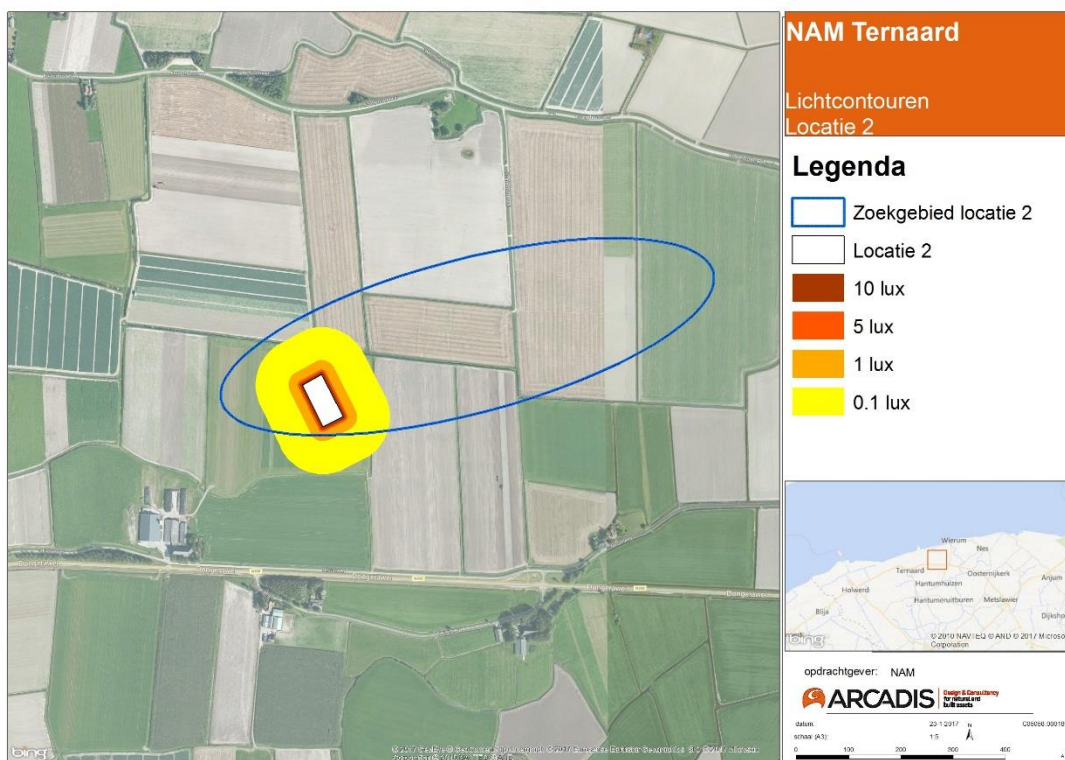
## Winningsfase 24-uurs equivalent op 1,5 meter



## Lichtcontouren

Locatie 2 productielocatie polder

De blauwe lijn is het zoekgebied, de locatie is illustratief



## Locatie 2 Polder en Pijpleidingstracé



## BIJLAGE B UITGANGSPUNTEN EN RESULTAAT AERIUS BEREKENING

### Bijlage B1 Uitgangspunten depositieberekening

#### Activiteiten

In deze paragraaf worden de activiteiten van het project beschreven die mogelijk leiden tot een toename van stikstofdepositie op aangewezen stikstofgevoelige habitattypen of leefgebieden van aangewezen soorten in een Natura 2000-gebied, dat in bijlage 1 van de PAS is opgenomen, tot gevolg kunnen hebben. De activiteiten m.b.t. de voorgenomen activiteit vinden enkel op land plaats. Voor het inzetten van machines en aan- en afvoer van materiaal zal per as over de weg plaatsvinden.

In de onderstaande tabel zijn de verschillende activiteiten weergegeven die invloed hebben op emissies.

| Materieel                   | Activiteit                                                                           |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| (Bestel)bussen/personenauto | Vervoeren personeel                                                                  |
| Vrachtwagens                | Aan- en afvoeren van de boorinstallatie                                              |
| Laadschop                   | Vorbereiden productielocatie                                                         |
| Heistelling                 | Heien van funderingen voor de bouw van boorinstallatie                               |
| Hijskraan                   | Hijswerkzaamheden voor de boorinstallatie en materieel leidingtracé                  |
| Graafmachine                | Graafwerkzaamheden t.b.v. aanleg leidingtracé en voorbereidend werk productielocatie |
| Bemalingspomp               | Verpompen van water t.b.v. aanleg leidingtracé                                       |
| Boorinstallatie             | Boorwerkzaamheden kabelsystemen                                                      |
| Fakkelininstallatie         | Affakkelen van gas                                                                   |
| Generatoren                 | De dieselgeneratoren voorzien de boorinstallatie van elektriciteit.                  |

#### Zichtjaar

Effecten kunnen optreden tijdens de aanleg- en tijdens de exploitatiefase. Bij het project Gaswinning Ternaard, is er geen sprake van effecten (of verwaarloosbare effecten) tijdens de winningsfase. In de winning zijn geen noemenswaardig emissies. De enige emissie van NOx en fijn stof in de winning is van een vrachtwagen die materialen komt brengen of afvoeren en/of een personenwagen van een operator. Enkel de aanlegfase is belangrijk voor de berekeningen in de AERIUS Calculator.

De boring duurt naar verwachting 4,5 maanden. Na de boring wordt de leiding aangelegd. De aanleg van het leidingtracé zal enkele maanden in beslag nemen.

In de modellering is worst case uitgegaan van een realisatieprocedure van 1 kalenderjaar. Het jaar dat is gekozen voor de berekeningen is 2020. De berekening voor het jaar 2020 kan als worst case worden gezien, omdat in toekomstige jaren lagere emissiefactoren voor wegverkeer worden gehanteerd.

## Kenmerken emissiebronnen

Deze paragraaf beschrijft en onderbouwt de brongegevens die worden gebruikt bij de berekening van de depositiebijdrage van het project binnen het onderzoeksgebied. De beschreven brongegevens vormen de invoer voor de berekeningen met AERIUS Calculator. Bij de inventarisatie is onderscheid gemaakt tussen de verschillende typen bronnen, welke bij een of meer onderdelen worden ingezet.

### Mobiele werktuigen

De werkvoertuigen behorend bij de mobiele werktuigen zijn: rupsgraafmachines, hijskranen, graafmachines, laadschoppen, heistellingen en bemalingspompen. De emissies van dieselmaterieel zijn afhankelijk van het motorisch vermogen, de gemiddelde belasting, het bouwjaar en de draaiuren. De emissiefactoren van andere dieselmaterieel is op Europees niveau gereguleerd via technische voorschriften aan het voertuig en de verbrandingsmotor.

#### *Emissiefactoren*

De voorschriften voor dieselmaterieel gelden sinds 1997. De EU-richtlijnen (97/68/EC en 2002/88/EC) bevatten normen voor de maximale uitstoot van luchtverontreiniging per vermogensklasse in gram/kWh. Er is sprake van invoering in vier fasen van strenger wordende emissienormen. De derde fase verloopt in twee stappen: Stage IIIA voor motoren met een variabel toerental met bouwjaar 2006/2008 en Stage IIIB voor bouwjaar 2011/2013. De vierde fase geldt vanaf 2014 (EU-richtlijnen 2004/26/EC).

Om de emissie van stikstof zo veel mogelijk te beperken is ervoor gekozen alleen materieel in te zetten dat voldoet aan de emissie-eisen van STAGE IV en om bij de generatoren een nageschakelde techniek toe te passen die een emissie realiseert die nog lager is van STAGE IV. De gehanteerde emissiefactor is een feitelijk gemeten waarde tijdens representatieve omstandigheden.

Voor de boringen wordt de boorinstallatie T700 ingezet of vergelijkbaar. De boorinstallatie wordt van elektrische energie voorzien door 4 dieselgeneratoren. Uit metingen blijkt dat de NO<sub>x</sub> uitstoot bij een boring 0,22 gram per kWh opgewekte energie betreft. Voor de totale boring is 3130 MWh aan elektriciteit nodig. In onderstaande tabel is een overzicht opgenomen met de gehanteerde uitgangspunten voor de emissieberekeningen.

#### *Motorbelasting*

De motorbelasting (aanspreken van motorisch vermogen) van dieselmaterieel gedurende een werkcyclus is wisselend. Er wordt nooit of zelden het maximale motorisch vermogen aangesproken. De gemiddelde belasting varieert voor het meeste dieselmaterieel tussen 50 tot 60%. In de emissieberekeningen is gecorrigeerd voor de gemiddelde belasting. De gemiddelde belasting is afkomstig uit het genoemde TNO-rapport<sup>19</sup>.

#### *Emissievracht*

Op basis van het totaal aantal bedrijfsuren, motorisch vermogen van materieel, de gemiddelde belasting en emissiefactoren, is de totale NO<sub>x</sub>- en PM<sub>10</sub>-emissievracht bepaald. Een overzicht van het in te zetten materieel in de aanlegfase en de gehanteerde uitgangspunten is opgenomen in onderstaande tabel.

---

<sup>19</sup> Afkomstig uit TNO-rapport 'Emissiemodel Mobiele Machines gebaseerd op machineverkoop in combinatie met brandstof Afzet, EMMA' van november 2009.



**Berekening emissies mobiele werktuigen en generatoren**

| Emissiefactor belast |                 |          |            |                   |     |                     |       |              |              |              |                |           |           |         |         | Emissiefactor onbelast |  |
|----------------------|-----------------|----------|------------|-------------------|-----|---------------------|-------|--------------|--------------|--------------|----------------|-----------|-----------|---------|---------|------------------------|--|
| Activiteit           | Materieel       | Bouwjaar | Draai-uren | % uren stationair | KW  | Cilinder inhoud (l) | Stage | Gram Nox/kWh | Gram NH3/kWh | Gram NOX/l/u | Gram NH3/l/uur | Belasting | TAF fact. | emissie | emissie |                        |  |
| Inrichting locatie   |                 |          |            |                   |     |                     |       |              |              |              |                |           |           |         | 69,93   | 0,14                   |  |
|                      | Heistelling     | 2015     | 120        | 30%               | 250 | 13                  | IV    | 0,9          | 0,00233899   | 10           | 0,003142       | 0,69      | 1,1       | 18,85   | 0,04    |                        |  |
|                      | Laadschop       | 2015     | 240        | 30%               | 265 | 13                  | IV    | 0,9          | 0,00233899   | 10           | 0,003142       | 0,55      | 1,05      | 32,68   | 0,06    |                        |  |
|                      | Graafmachine    | 2015     | 240        | 30%               | 125 | 6                   | IV    | 0,9          | 0,002435     | 10           | 0,003149       | 0,69      | 0,87      | 15,85   | 0,03    |                        |  |
|                      | Asfalt          | 2015     | 40         | 30%               | 106 | 5                   | IV    | 0,9          | 0,002435     | 10           | 0,003149       | 0,76      | 0,95      | 2,56    | 0,01    |                        |  |
| Generatoren boring   |                 |          |            |                   |     |                     |       |              |              |              |                |           |           |         | 418,1   | 4,45                   |  |
|                      | Aggregaat 1     | 2015     | 2592       | 0%                | 242 | 12                  | IV    | 0,22         | 0,00233899   | 10           | 0,003149       | 0,69      | 1,1       | 104,52  | 1,11    |                        |  |
|                      | Aggregaat 2     | 2015     | 2592       | 0%                | 242 | 12                  | IV    | 0,22         | 0,00233899   | 10           | 0,003149       | 0,69      | 1,1       | 104,52  | 1,11    |                        |  |
|                      | Aggregaat 3     | 2015     | 2592       | 0%                | 242 | 12                  | IV    | 0,22         | 0,00233899   | 10           | 0,003149       | 0,69      | 1,1       | 104,52  | 1,11    |                        |  |
|                      | Aggregaat 4     | 2015     | 2592       | 0%                | 242 | 12                  | IV    | 0,22         | 0,00233899   | 10           | 0,003149       | 0,69      | 1,1       | 104,52  | 1,11    |                        |  |
| Aanleg leidingtracé  |                 |          |            |                   |     |                     |       |              |              |              |                |           |           |         | 1739,23 | 4,15                   |  |
|                      | Kranen          | 2015     | 4176       | 30%               | 250 | 13                  | IV    | 0,9          | 0,00233899   | 10           | 0,003142       | 0,69      | 1,1       | 655,81  | 1,35    |                        |  |
|                      | Graafmachines   | 2015     | 2784       | 30%               | 125 | 6                   | IV    | 0,9          | 0,002435     | 10           | 0,003149       | 0,69      | 0,87      | 183,81  | 0,37    |                        |  |
|                      | Bemalingspompen | 2015     | 33408      | 0%                | 80  | 4                   | IV    | 0,9          | 0,002435     | 10           | 0,003149       | 0,34      | 1,1       | 899,61  | 2,43    |                        |  |

**Affakkelen**

De NO<sub>x</sub>-emissiefactor is afgeleid uit EPA-rapport 'AP42, 15.5 Industrial Flares'. In onderstaande tabel is een overzicht opgenomen met de gehanteerd uitgangspunten voor de emissieberekeningen.

**Overzicht uitgangspunten emissieberekeningen fakkels**

| Omschrijving   | Aantal | Hoeveelheid gas<br>[m <sup>3</sup> /l] | Emissiefactor NO <sub>x</sub><br>[g/m <sup>3</sup> gas] | NO <sub>x</sub> -vracht<br>[kg] |
|----------------|--------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------|
| <b>Fakkels</b> | 2      | 1.600.000                              | 1,04                                                    | 1.664                           |

**Wegverkeer**

De emissiefactoren van gemotoriseerd wegverkeer worden jaarlijks, medio maart, gepubliceerd door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat voor de huidige situatie en verschillende toekomstige jaren. Latere jaren reflecteren een afname van emissiefactoren vanwege strenge emissie-eisen die aan de motorvoertuigen worden gesteld. Hierdoor wordt het wagenpark in Nederland steeds schoner.

De emissiefactoren van wegverkeer zijn afhankelijk van het zichtjaar, de voertuigcategorie en het snelheidstype. De (grote) vrachtwagens zijn beschouwd als 'zware motorvoertuigen'. De personenauto's en autobusjes zijn beschouwd als 'lichte motorvoertuigen'. In de berekeningen is uitgegaan van snelheidstype 'stagnerend verkeer' op de productielocatie tot aan de hoofdweg.

In de emissieberekeningen zijn de emissiefactoren van het zichtjaar 2020 gehanteerd. De invoerparameter in het rekenmodel is weekdaggemiddelde intensiteit over het hele jaar. Het aantal motorvoertuigbewegingen is omgerekend naar weekdaggemiddelde intensiteit. In onderstaande tabel is een overzicht opgenomen met de gehanteerde weekdaggemiddelde intensiteit per fase.

| Omschrijving        | Totaalaantal bewegingen |
|---------------------|-------------------------|
| <b>Aanlegfase:</b>  |                         |
| Licht verkeer       | 40                      |
| Zwaar vrachtverkeer | 52                      |



## **Bijlage B2 Stikstofdepositie als gevolg van het project**

Aerius Calculator 2020 berekening van de depositie door het project Ternaard met kenmerk RkvTE3NSrgBb (03 december 2020).

Aerius Calculator 2020 berekening van de depositie na saldering met de geleasede stikstofruimte van offshore platforms L09 en K14 met kenmerk RV4Q9RcaeLS (22 januari 2021).

## BIJLAGE C NATURA 2000 INSTANDHOUDINGSDOELEN

Legenda: SVI landelijk: Landelijke Staat van Instandhouding (-- zeer ongunstig; - matig ongunstig, + gunstig);

= Behoudsdoelstelling; > Verbeter- of uitbreidingsdoelstelling. Populatie: voor broedvogels is dit de draagkracht van het aantal broedpaar, voor niet-broedvogels de draagkracht voor het aantal exemplaren.

### Waddenzee

| Instandhoudingsdoel                                       | SVI Landelijk | Oppervlak | Kwaliteit | Populatie |
|-----------------------------------------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Habitattypen</b>                                       |               |           |           |           |
| H1110A Permanent overstroomde zandbanken (getijdengebied) | -             | =         | >         |           |
| H1130 Estuaria                                            | --            | =         | >         |           |
| H1140A Slik- en zandplaten (getijdengebied)               | -             | =         | >         |           |
| H1310A Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)               | -             | =         | =         |           |
| H1310B Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)             | +             | =         | =         |           |
| H1320 Slijkgrasvelden                                     | --            | =         | =         |           |
| H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks)         | -             | =         | >         |           |
| H1330B Schorren en zilte graslanden (binnendijks)         | -             | =         | =         |           |
| H2110 Embryonale duinen                                   | +             | =         | =         |           |
| H2120 Witte duinen                                        | -             | =         | =         |           |
| H2130A Grijze duinen (kalkrijk)                           | --            | =         | =         |           |
| H2130B Grijze duinen (kalkarm)                            | --            | =         | >         |           |
| H2160 Duindoornstruwelen                                  | +             | =         | =         |           |
| H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)                   | -             | =         | =         |           |
| <b>Habitatrichtlijnsoorten</b>                            |               |           |           |           |
| H1014 Nauwe korfslak                                      | -             | =         | =         | =         |
| H1095 Zeeprik                                             | -             | =         | =         | >         |
| H1099 Rivierprik                                          | -             | =         | =         | >         |
| H1103 Fint                                                | --            | =         | =         | >         |
| H1364 Grijze zeehond                                      | -             | =         | =         | =         |

| Instandhoudingsdoel  | SVI Landelijk | Oppervlak | Kwaliteit | Populatie |
|----------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| H1365 Gewone zeehond | +             | =         | =         | >         |

| Instandhoudingsdoel         | SVI Landelijk | Oppervlak | Kwaliteit | Populatie |
|-----------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Broedvogels</b>          |               |           |           |           |
| <i>Duinen</i>               |               |           |           |           |
| A081 Bruine kiekendief      | +             | =         | =         | 30        |
| A082 Blauwe kiekendief      | --            | =         | =         | 3         |
| A222 Velduil                | --            | =         | =         | 5         |
| <i>Kwelders en stranden</i> |               |           |           |           |
| A034 Lepelaar               | +             | =         | =         | 430       |
| A063 Eider                  | --            | =         | >         | 5.000     |
| A132 Kluut                  | -             | =         | >         | 3.800     |
| A137 Bontbekplevier         | -             | =         | =         | 60        |
| A138 Strandplevier          | --            | >         | >         | 50        |
| A183 Kleine mantelmeeuw     | +             | =         | =         | 19.000    |
| A191 Grote stern            | --            | =         | =         | 16.000    |
| A193 Visdief                | -             | =         | =         | 5.300     |
| A194 Noordse stern          | +             | =         | =         | 1.500     |
| A195 Dwergstern             | --            | >         | >         | 200       |
| <b>Niet-broedvogels</b>     |               |           |           |           |
| <i>Visetende soorten</i>    |               |           |           |           |
| A005 Fuut                   | -             | =         | =         | 310       |
| A017 Aalscholver            | +             | =         | =         | 4.200     |

| Instandhoudingsdoel                       | SVI Landelijk | Oppervlak | Kwaliteit | Populatie                     |
|-------------------------------------------|---------------|-----------|-----------|-------------------------------|
| A034 Lepelaar                             | +             | =         | =         | 520                           |
| A069 Middelste zaagbek                    | --            | =         | =         | 150                           |
| A070 Grote zaagbek                        | +             | =         | =         | 70                            |
| A197 Zwarte stern                         | -             | =         | =         | 23.000 <sup>max</sup>         |
| <i>Duik- en grondeleenden</i>             |               |           |           |                               |
| A052 Wintertaling                         | -             | =         | =         | 5.000                         |
| A053 Wilde eend                           | +             | =         | =         | 25.400                        |
| A054 Pijlstaart                           | -             | =         | =         | 5.900                         |
| A056 Slobeend                             | +             | =         | =         | 750                           |
| A067 Brilduiker                           | +             | =         | =         | 100                           |
| A051 Kraakeend                            | +             | =         | =         | 320                           |
| A061 Kuifeend                             | --            | =         | >         |                               |
| <i>Naar schelpdieren duikende soorten</i> |               |           |           |                               |
| A062 Topper                               | --            | =         | >         | 3.100                         |
| A063 Eider                                | +             | =         | =         | 90.000-115.000 <sup>mid</sup> |
| <i>Kwelderfoerageerders</i>               |               |           |           |                               |
| A037 Kleine zwaan                         | -             | =         | =         | 1.600 <sup>max</sup>          |
| A039b Toendrarietgans                     | +             | =         | =         | -                             |
| A043 Grauwe gans                          | +             | =         | =         | 7.000                         |
| A045 Brandgans                            | +             | =         | =         | 36.800                        |
| A046 Rotgans                              | -             | =         | =         | 26.400                        |
| A050 Smient                               | +             | =         | =         | 33.100                        |
| <i>Benthoseters</i>                       |               |           |           |                               |
| A048 Bergeend                             | +             | =         | =         | 38.400                        |
| A130 Scholekster                          | -             | =         | =         | 140.000-160.000               |
| A132 Kluut                                | +             | =         | =         | 6.700                         |
| A137 Bontbekplevier                       | --            | =         | =         | 1.800                         |

| Instandhoudingsdoel      | SVI Landelijk | Oppervlak | Kwaliteit | Populatie            |
|--------------------------|---------------|-----------|-----------|----------------------|
| A140 Goudplevier         | +             | =         | =         | 19.200               |
| A141 Zilverplevier       | -             | =         | =         | 22.300               |
| A142 Kievit              | -             | =         | >         | 10.800               |
| A143 Kanoet              | -             | =         | =         | 44.400               |
| A144 Drieteenstrandloper | +             | =         | =         | 3.700                |
| A147 Krombekstrandloper  | +             | =         | =         | 2.000 <sup>max</sup> |
| A149 Bonte strandloper   | --            | =         | =         | 206.000              |
| A156 Grutto              | +             | =         | =         | 1.100                |
| A157 Rosse grutto        | +             | =         | =         | 54.40020             |
| A160 Wulp                | +             | =         | =         | 96.200               |
| A161 Zwarte ruiter       | -             | =         | =         | 1.200                |
| A162 Tureluur            | +             | =         | =         | 16.500               |
| A164 Groenpootruiter     | --            | =         | >         | 1.900                |
| A169 Steenloper          | --            | =         | =         | 2.300-3.000          |
| <i>Roofvogels</i>        |               |           |           |                      |
| A103 Slechtvalk          | --            | =         | >         | 40 <sup>max</sup>    |

## Noordzeekustzone

| Instandhoudingsdoel                                          | SVI Landelijk | Oppervlak | Kwaliteit | Populatie |
|--------------------------------------------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Habitattypen</b>                                          |               |           |           |           |
| H1110B Permanent overstroomde zandbanken (Noordzee-kustzone) | -             | =         | >         |           |
| H1140B Slik- en zandplaten (Noordzee-kustzone)               | +             | =         | =         |           |

<sup>20</sup> Enige afname in relatie tot herstel van schelpdierbanken is aanvaardbaar.



| Instandhoudingsdoel                               | SVI Landelijk | Oppervlak | Kwaliteit | Populatie |
|---------------------------------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| H1310A Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)       | -             | =         | =         |           |
| H1310B Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)     | +             | =         | =         |           |
| H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks) | -             | =         | >         |           |
| H2110 Embryonale duinen                           | +             | =         | =         |           |
| H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)           | -             | =         | =         |           |
| <b>Habitatrichtlijnsoorten</b>                    |               |           |           |           |
| H1095 Zeeprik                                     | -             | =         | =         | >         |
| H1099 Rivierprik                                  | -             | =         | =         | >         |
| H1103 Fint                                        | --            | =         | =         | >         |
| H1351 Bruinvis                                    | -             | =         | >         | =         |
| H1364 Grijs zeehond                               | -             | =         | =         | =         |
| H1365 Gewone zeehond                              | -             | =         | =         | =         |
| H1903 Groenknolorchis                             | --            | =         | =         | =         |
| <b>Broedvogels</b>                                |               |           |           |           |
| <i>Kwelders en stranden</i>                       |               |           |           |           |
| A137 Bontbekplevier                               | -             | =         | =         | 20        |
| A138 Strandplevier                                | --            | >         | >         | 30        |
| A195 Dwergstern                                   | --            | >         | >         | 20        |
| <b>Niet-broedvogels</b>                           |               |           |           |           |
| <i>Visetende soorten</i>                          |               |           |           |           |
| A001 Roodkeelduiker                               | -             | =         | =         | behoud    |
| A002 Parelduiker                                  | ?             | =         | =         | behoud    |
| A017 Aalscholver                                  | +             | =         | =         | 1.900     |
| <i>Naar schelpdieren duikende soorten</i>         |               |           |           |           |
| A062 Topper                                       | --            | =         | =         | behoud    |
| A063 Eider                                        | --            | =         | =         | 26.200    |

| Instandhoudingsdoel      | SVI Landelijk | Oppervlak | Kwaliteit | Populatie |
|--------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| A065 Zwarte zee-eend     | -             | =         | =         | 51.900    |
| <i>Benthoseters</i>      |               |           |           |           |
| A048 Bergeend            | +             | =         | =         | 520       |
| A130 Scholekster         | --            | =         | =         | 33.00     |
| A132 Kluut               | -             | =         | =         | 120       |
| A137 Bontbekplevier      | +             | =         | =         | 510       |
| A141 Zilverplevier       | +             | =         | =         | 3.200     |
| A143 Kanoet              | -             | =         | =         | 560       |
| A144 Drieteenstrandloper | -             | =         | =         | 2.000     |
| A149 Bonte strandloper   | +             | =         | =         | 7.400     |
| A157 Rosse grutto        | +             | =         | =         | 1.800     |
| A160 Wulp                | +             | =         | =         | 640       |
| A169 Steenloper          | --            | =         | =         | 160       |
| A177 Dwergmeeuw          | --            | =         | =         | behoud    |

## BIJLAGE D MONITORINGSPROGRAMMA

## BIJLAGE E ADDENDUM MONITORINGSPROGRAMMA

### Algemeen

De gaswinning vanuit het gasveld Ternaard veroorzaakt bodemdaling onder de Waddenzee. Deze bodemdaling cumuleert met bodemdaling door gaswinning uit de gasvelden Nes en Ameland onder het kombergingsgebied Pinkegat. Deze bodemdaling komt niet aan het wadoppervlak tot uiting door sedimentaanvoer vanuit de kustzone en sedimentverdeling binnen het kombergingsgebied. Schade als gevolg van de bodemdaling door de gaswinning Ternaard aan instandhoudingsdoelen op het Natura 2000-gebied Waddenzee is dan ook uitgesloten. Uit het oogpunt van zorgvuldig handelen binnen het Natura 2000-gebied Waddenzee, wordt aan de hand van monitoring in de gaten gehouden of dit inderdaad het geval is, dit is onderdeel van de HadK-systematiek. In deze bijlage wordt dit monitoringprogramma beschreven.

### Relatie overige monitoringprogramma's

Ter begeleiding van de gaswinning onder het Pinkegat zijn verschillende meet- en monitoringprogramma's van kracht. Dit zijn het monitoringprogramma voor de gaswinning Ameland, het monitoringprogramma voor de gaswinningen Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen en het Meet- & Regelprotocol voor deze winningen. De twee monitoringprogramma's worden in 2018 geëvalueerd en per 2019 worden ze opnieuw vastgesteld.

De monitoring ten behoeve van de gaswinning Ternaard vormt technisch gezien een uitbreiding van het monitoringprogramma "Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen". Voorgesteld wordt dat de monitoring voor de gaswinning Ternaard per 2019 onderdeel uit gaat maken van dat monitoringprogramma.

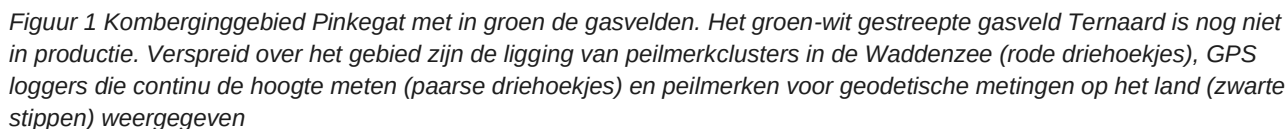
In deze bijlage wordt toegelicht welke aanvullingen er in dat monitoringprogramma nodig zijn om de mogelijke effecten van de gaswinning Ternaard op de instandhoudingsdoelstellingen voor de Waddenzee te monitoren.

### Bodemdaling

Het meten van de bodemdaling die daadwerkelijk optreedt onder de Waddenzee werkt conform het Meet- & Regelprotocol (NAM, 2007) en pro-forma geen onderdeel van het Monitoringsprogramma. Vanwege het grote belang van de waargenomen bodemdaling bij de interpretatie van de monitoringsgegevens wordt hier beknopt weergegeven welke inspanningen hierin zijn voorzien. Bodemdaling als gevolg van de gaswinning Ternaard wordt gemodelleerd op basis van de drukkaling in en geologische eigenschappen van het gasveld en aangrenzende watervoerende lagen in de diepe ondergrond. Ook de cumulatie met bodemdaling door andere gaswinningen in de omgeving wordt hierin meegenomen. De modellen worden gekalibreerd op basis van geodetische monitoring. Deze monitoringtechnieken en methode wordt in detail toegelicht in het Meet- & Regelprotocol (NAM, 2007).

Omdat bodemdaling aan het wadoppervlak niet meetbaar is, zijn verspreid over het kombergingsgebied Pinkegat peilmerken geplaatst (Figuur 1). Deze peilmerken staan 6 meter diep in het zand en dalen mee met de diepe bodemdaling. Op de peilmerken wordt minimaal eens per drie jaar de hoogte gemeten. Ten behoeve van de gaswinning Ternaard is reeds een serie peilmerkclusters bijgeplaatst. Dit zijn M23, M20 en M19 in figuur 1. Hierop worden sinds twee jaar metingen verricht.

Op enkele plekken op het land zijn continue GPS-loggers geïnstalleerd. Deze loggers worden maandelijks uitgelezen. Ze hebben dan ook een signalerende functie. Wanneer de bodemdaling sneller gaat dan verwacht, kan dat aanleiding zijn tot aanvullende geodetische metingen in de omgeving. Ten behoeve van de monitoring van de bodemdaling door de gaswinning Ternaard is in de omgeving van Ternaard een GPS-logger geplaatst (Figuur 1).



Voor de wadplaten (Habitatype 1140) gaat het om het behoud van de omvang en kwaliteit van dit habitatype. De mogelijke invloed van de bodemdaling op het areaal wordt gemonitord door tweemaal per jaar de wadplaathoogte in te meten met laser altimetrie (LiDAR). Schrijvershof et al. (2018) geven een up-to-date overzicht van de LiDAR metingen die tot nu toe zijn uitgevoerd en de uitkomsten daarvan. Naast de metingen van de wadplaathoogte worden op een aantal hoge wadplaten Spijkermetingen uitgevoerd die de hoogteontwikkeling op een aantal locaties zeer nauwkeurig weergeven (Krol, 2018). In voorbereiding op de mogelijke monitoring voor de gaswinning Ternaard is in 2015 begonnen met spijkermetingen op de Piet Scheve plaat.

De kwaliteit van de droogvallende wadplaten wordt onder andere bepaald door aanwezigheid van zogenoemde biogene structuren en door de biomassa en verspreiding van bodemdieren die bepalend is voor de foerageerfunctie voor beschermde vogelsoorten. Biogene structuren bestaan hoofdzakelijk uit schelpdierbanken (mossels/oesters). Deze worden jaarlijks door Wageningen Marine Research gekarteerd. De biomassa en verspreiding van bodemdieren wordt jaarlijks gemeten door het NIOZ (SIBES monitoring) en Wageningen Marine Research (MOSKOK monitoring). Samen met de LiDAR-data worden deze gegevens over bodemdieren verwerkt in het ecologisch draagkrachtmodel voor wadvogels (WADMAP). Een update beschrijving van deze werkwijze is te vinden in Ens et al. (2018).

De monitoring van vogeldichtheden op hoogwatervluchtplaatsen wordt gecoördineerd door Sovon. In het kader van het monitoringprogramma voor gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen wordt de ontwikkeling in het aantal vogels jaarlijks geëvalueerd (Ens et al. 2018). Voor soorten die een afwijkende ontwikkeling vertonen in het bodemdalingsgebied wordt gekeken of er sprake is van een



afname van de draagkracht van het voorliggende wad om te foerageren. Hiertoe dient het ecologisch draagkrachtmodel WADMAP te worden ingezet.

### Kwelders

Binnen het beïnvloedingsgebied van de bodemdaling door de gaswinning Ternaard liggen 2 kleine kwelders. Dit zijn 't Skoar en de Kromme Horne (Fig. 2). Beide kwelders zijn onderdeel van de VEGWAD kartering, wat inhoudt dat er een maal per zes jaar een vegetatiekartering plaatsvindt. Omdat de bodemdaling door de gaswinning Ternaard zich onder het wad concentreert, is de bodemdalingssnelheid onder deze kwelders naar verwachting minder dan 1mm per jaar. Deze beperkte bodemdalingssnelheid betekent dat de meetfrequentie van de VEGWAD kartering voldoende is om de ontwikkelingen te monitoren. Jaarlijks zal informatie worden verzameld over de opslibbingsnelheid op de kwelder. Dit gebeurt, afhankelijk van de mate van beweiding, a.d.h.v. SEB metingen of tegelmetingen (6 eenheden per kwelder).



Figuur 2 De Kwelders 't Skoar en de Kromme Horne. De gekleurde vakken tonen de resultaten uit de vegetatiekartering "VEGWAD". De zwarte stippen zijn mogelijk locaties voor aanvullende spijkermetingen

Uit de kweldermonitoring op Ameland en de Paezumerlannen weten we dat regressie, kliferosie en successie van een kwelder gerelateerd kunnen worden aan de mate van sedimentatie/erosie van het voorliggende wad. Om de relaties tussen de ontwikkelingen op het voorliggende wad en deze kleine kwelders te kunnen bepalen worden er op het wad boven de betreffende kwelders aanvullende Spijkermetingen uitgevoerd geplaatst. Dit zijn er 3 per kwelder en fig. 2 geeft een indicatie van de locatie voor de Spijkermetingen.

### Rapportage

Als onderdeel van het monitoringprogramma voor gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen, worden de resultaten uit het hierboven beschreven monitoringprogramma jaarlijks gerapporteerd aan het bevoegd gezag. De ministers van EZK en LNV leggen de rapportages ter controle voor aan de Auditcommissie m.e.r., waarna de resultaten door de minister van EZK met de Tweede Kamer kunnen worden gedeeld. De NAM draagt er zorg voor de resultaten te delen met de commissie Waddengas 2006.



## BIJLAGE F NOTITIE VERLEASEN NOX EMISSIERUIMTE



## COLOFON

### PASSENDE BEOORDELING GASBORING EN GASWINNING TERNAARD

**KLANT**

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

**AUTEUR**

Arcadis

**PROJECTNUMMER**

C05058.000189

**ONZE REFERENTIE**

D10020532:11

**DATUM**

11 maart 2021

**STATUS**

Definitief

**Arcadis Nederland B.V.**

Postbus 264  
6800 AG Arnhem  
Nederland  
+31 (0)88 4261 261

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)

*Dit document bevat rekenresultaten van AERIUS Calculator. Het betreft de hoogst berekende stikstofbijdragen per stikstofgevoelig Natura 2000-gebied, op basis van rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant.*

*De berekening op basis van stikstofemissies gaat uit van de componenten ammoniak (NH<sub>3</sub>) en/of stikstofoxide (NO<sub>x</sub>).*

*Wilt u verder rekenen of gegevens wijzigen? Importeer de pdf dan in Calculator. Voor meer toelichting verwijzen wij u naar de website [www.aerius.nl](http://www.aerius.nl).*

Berekening boring TRN incl leidingaanleg

- ▶ Kenmerken
- ▶ Samenvatting emissies
- ▶ Depositieresultaten
- ▶ Gedetailleerde emissiegegevens

Verdere toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via:  
<https://www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers>.

# AERIUS CALCULATOR

## Contact

| Rechtspersoon | Inrichtingslocatie                                   |
|---------------|------------------------------------------------------|
| NAM           | Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V., 9400HH Assen |

## Activiteit

| Omschrijving                     | AERIUS kenmerk |
|----------------------------------|----------------|
| Boring en leidingaanleg Ternaard | RkvTE3NSrgBb   |

| Datum berekening        | Rekenjaar | Rekenconfiguratie            |
|-------------------------|-----------|------------------------------|
| 03 december 2020, 10:46 | 2020      | Berekend voor natuurgebieden |

## Totale emissie

|                 | Situatie 1    |
|-----------------|---------------|
| NOx             | 3.891,34 kg/j |
| NH <sub>3</sub> | 8,60 kg/j     |

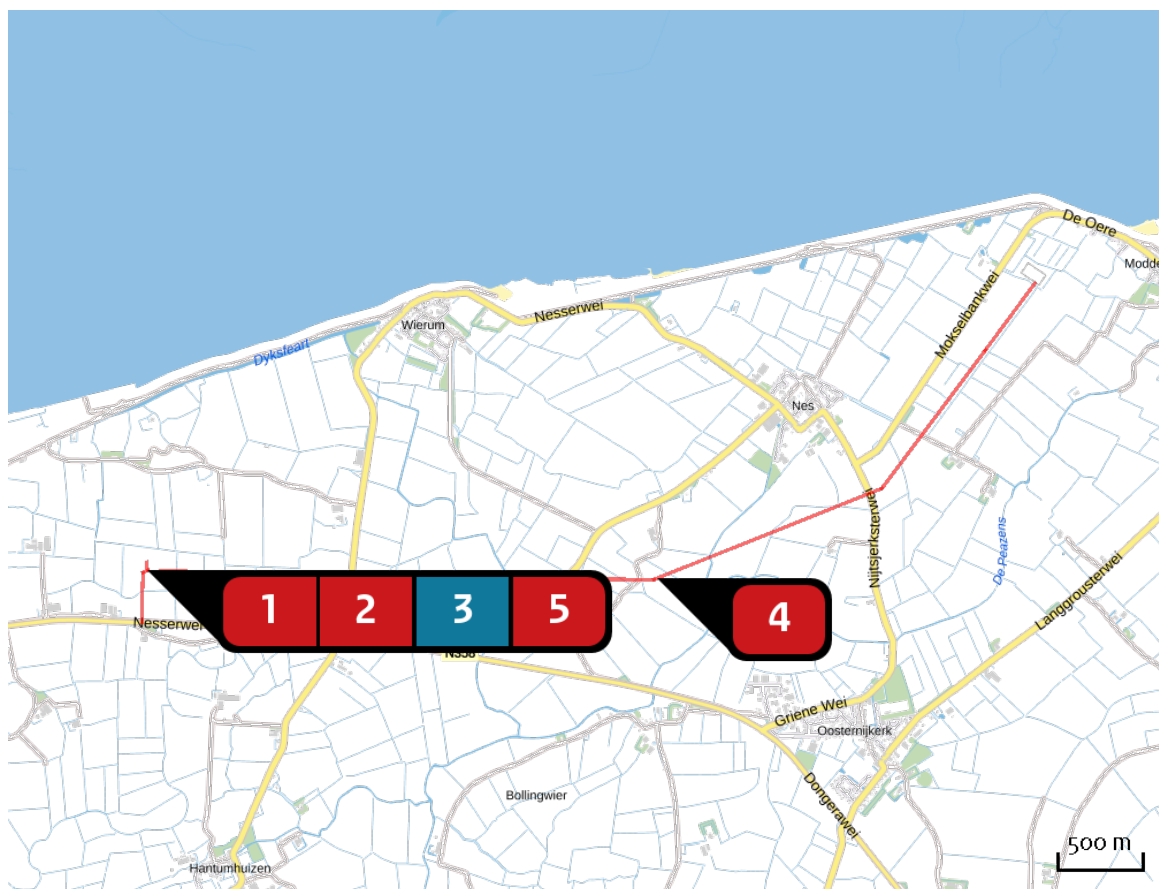
## Resultaten

Hectare met  
hoogste bijdrage  
(mol/ha/j)

| Natuurgebied | Bijdrage |
|--------------|----------|
| Waddenzee    | 0,24     |

## Toelichting

Boring en leidingaanleg Ternaard

Locatie  
boring TRN incl  
leidingaanlegEmissie  
boring TRN incl  
leidingaanleg

| Bron Sector |                                                                                                                                                               | Emissie NH <sub>3</sub> | Emissie NO <sub>x</sub> |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1           |  TRN_Inrichting locatie<br>Mobiele werktuigen   Bouw en Industrie          | -                       | 69,93 kg/j              |
| 2           |  TRN_Generatoren boorinstallatie<br>Mobiele werktuigen   Bouw en Industrie | 4,45 kg/j               | 418,10 kg/j             |
| 3           |  TRN_4 fakkels<br>Energie   Energie                                        | -                       | 1.664,00 kg/j           |
| 4           |  TRN_Aanleg leidingtracé zuid<br>Mobiele werktuigen   Bouw en Industrie    | 4,15 kg/j               | 1.739,23 kg/j           |
| 5           |  TRN_verkeer<br>Wegverkeer   Buitenwegen                                   | < 1 kg/j                | < 1 kg/j                |

Resultaten  
stikstof  
gevoelige  
Natura 2000  
gebieden  
(mol/ha/j)

| Natuurgebied           | Hoogste bijdrage | Bijdrage op<br>(bijna)<br>overbelaste<br>hexagonen* |
|------------------------|------------------|-----------------------------------------------------|
| Waddenzee              | 0,24             | 0,10                                                |
| Duinen Schiermonnikoog | 0,03             |                                                     |
| Noordzeekustzone       | 0,02             |                                                     |
| Duinen Ameland         | 0,01             |                                                     |
| Groote Wielen          | 0,01             | -                                                   |

\* Als de hoogste depositietoename plaatsvindt op een hexagoon waar géén sprake is van een (naderende) stikstofoverbelasting, dan is de hoogste toename op een hexagoon met wel een (naderende) stikstofoverbelasting in deze kolom weergegeven.



Resultaten  
per  
habitatype  
(mol/ha/j)

voor de 10  
stikstofgevoelige  
Natura 2000-  
gebieden met het  
hoogste resultaat

## Waddenzee

| Habitatype                                        | Hoogste bijdrage | Bijdrage op<br>(bijna)<br>overbelaste<br>hexagonen* |
|---------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------|
| H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks) | 0,24             | 0,10                                                |
| H1310A Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)       | 0,22             | 0,03                                                |
| H1320 Slijkgrasvelden                             | 0,14             | 0,02                                                |
| ZGH2120 Witte duinen                              | 0,03             |                                                     |
| ZGH2130A Grijze duinen (kalkrijk)                 | 0,03             |                                                     |
| H2110 Embryonale duinen                           | 0,02             |                                                     |
| ZGH2160 Duindoornstruwelen                        | 0,02             |                                                     |
| ZGH2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)         | 0,02             |                                                     |
| ZGH2110 Embryonale duinen                         | 0,02             |                                                     |
| H1310B Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)     | 0,01             |                                                     |
| H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)           | 0,01             |                                                     |

## Duinen Schiermonnikoog

| Habitatype                                                                                       | Hoogste bijdrage | Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen* |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------|
| H218oB Duinbossen (vochtig)                                                                      | 0,03             |                                            |
| ZGH213oB Grijze duinen (kalkarm)                                                                 | 0,03             |                                            |
| ZGH218oAbe Duinbossen (droog), berken-eikenbos                                                   | 0,03             |                                            |
| ZGH216o Duindoornstruwelen                                                                       | 0,03             |                                            |
| H9999:6 Habitatype onbekend/onzeker KDW op basis meest kritische relevante type (H213oB;H213oC). | 0,03             |                                            |
| H217o Kruipwilgstruwelen                                                                         | 0,03             |                                            |
| H219oB Vochtige duinvalleien (kalkrijk)                                                          | 0,03             |                                            |
| ZGH212o Witte duinen                                                                             | 0,03             |                                            |
| H219oC Vochtige duinvalleien (ontkalkt)                                                          | 0,03             |                                            |
| H213oC Grijze duinen (heischraal)                                                                | 0,03             |                                            |
| ZGH218oB Duinbossen (vochtig)                                                                    | 0,03             |                                            |
| H133oA Schorren en zilte graslanden (buitendijks)                                                | 0,03             |                                            |
| ZGH213oA Grijze duinen (kalkrijk)                                                                | 0,03             |                                            |
| H219oAom Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen                         | 0,03             |                                            |
| ZGH217o Kruipwilgstruwelen                                                                       | 0,02             |                                            |
| H641o Blauwgraslanden                                                                            | 0,02             |                                            |
| ZGH219oC Vochtige duinvalleien (ontkalkt)                                                        | 0,02             |                                            |
| ZGH218oC Duinbossen (binnenduinrand)                                                             | 0,02             |                                            |
| ZGH219oB Vochtige duinvalleien (kalkrijk)                                                        | 0,02             |                                            |

## Duinen Schiermonnikoog

| Habitatype                                    | Hoogste bijdrage | Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen* |
|-----------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------|
| H1310B Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur) | 0,01             |                                            |

## Noordzeekustzone

| Habitatype                                        | Hoogste bijdrage | Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen* |
|---------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------|
| H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks) | 0,02             |                                            |
| H1310B Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)     | 0,02             |                                            |
| H2110 Embryonale duinen                           | 0,02             |                                            |
| H1310A Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)       | 0,02             | 0,01                                       |
| ZGH2110 Embryonale duinen                         | 0,02             | -                                          |
| ZGH2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)         | 0,01             | -                                          |

## Duinen Ameland

| Habitatype                                                                                             | Hoogste bijdrage | Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen* |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------|
| ZGH216o Duindoornstruwelen                                                                             | 0,01             |                                            |
| ZGH212o Witte duinen                                                                                   | 0,01             |                                            |
| ZGH213oB Grijze duinen (kalkarm)                                                                       | 0,01             |                                            |
| H216o Duindoornstruwelen                                                                               | 0,01             |                                            |
| H9999;5 Habitatype onbekend/onzeker KDW op basis meest kritische relevante type (H213oB;H213oC;H623o). | 0,01             |                                            |
| H217o Kruipwilgstruwelen                                                                               | 0,01             |                                            |
| H212o Witte duinen                                                                                     | 0,01             |                                            |
| H213oB Grijze duinen (kalkarm)                                                                         | 0,01             |                                            |
| H218oAbe Duinbossen (droog), berken-eikenbos                                                           | 0,01             |                                            |
| H218oB Duinbossen (vochtig)                                                                            | 0,01             |                                            |
| H219oB Vochtige duinvalleien (kalkrijk)                                                                | 0,01             |                                            |
| ZGH218oB Duinbossen (vochtig)                                                                          | 0,01             |                                            |
| ZGH213oA Grijze duinen (kalkrijk)                                                                      | 0,01             |                                            |
| ZGH219oB Vochtige duinvalleien (kalkrijk)                                                              | 0,01             |                                            |
| H213oA Grijze duinen (kalkrijk)                                                                        | 0,01             |                                            |
| ZGH218oAbe Duinbossen (droog), berken-eikenbos                                                         | 0,01             |                                            |
| H219oAom Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen                               | 0,01             |                                            |
| ZGH219oC Vochtige duinvalleien (ontkalkt)                                                              | 0,01             |                                            |
| ZGH623ovka Heischrale graslanden, vochtig kalkarm                                                      | 0,01             |                                            |

## Duinen Ameland

| Habitatype                               | Hoogste bijdrage | Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen* |
|------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------|
| ZGH217o Kruipwilgstruwelen               | 0,01             |                                            |
| H218oC Duinbossen (binnenduinrand)       | 0,01             |                                            |
| H215o Duinheiden met struikhei           | 0,01             |                                            |
| H214oA Duinheiden met kraaihei (vochtig) | 0,01             |                                            |
| H213oC Grijze duinen (heischraal)        | 0,01             |                                            |
| H219oC Vochtige duinvalleien (ontkalkt)  | 0,01             |                                            |

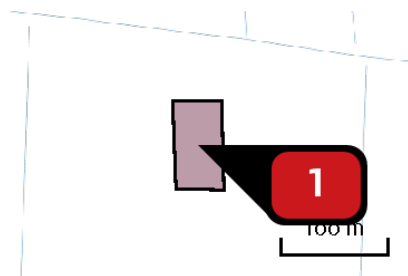
## Groote Wielen

| Habitatype                           | Hoogste bijdrage | Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen* |
|--------------------------------------|------------------|--------------------------------------------|
| Lgo8 Nat, matig voedselrijk grasland | 0,01             | -                                          |

\* Als de hoogste depositietoename plaatsvindt op een hexagoon waar géén sprake is van een (naderende) stikstofoverbelasting, dan is de hoogste toename op een hexagoon met wel een (naderende) stikstofoverbelasting in deze kolom weergegeven.



Emissie  
(per bron)  
boring TRN incl  
leidingaanleg



Naam

Locatie (X,Y)

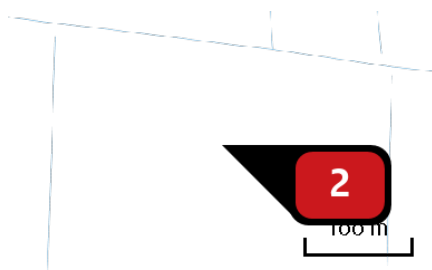
NOx

TRN\_Inrichting locatie

195170, 600384

69,93 kg/j

| Voertuig | Omschrijving                     | Uitstoot<br>hoogte (m) | Spreiding<br>(m) | Warmte<br>inhoud<br>(MW) | Stof | Emissie    |
|----------|----------------------------------|------------------------|------------------|--------------------------|------|------------|
| AFW      | voorbereiding +<br>constr.werkz. | 4,0                    | 4,0              | 0,0                      | NOx  | 69,93 kg/j |



Naam

Locatie (X,Y)

NOx

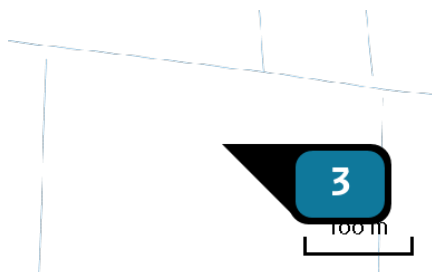
NH<sub>3</sub>TRN\_Generatoren  
boorinstallatie

195168, 600392

418,10 kg/j

4,45 kg/j

| Voertuig | Omschrijving | Uitstoot<br>hoogte (m) | Spreiding<br>(m) | Warmte<br>inhoud<br>(MW) | Stof                   | Emissie                  |
|----------|--------------|------------------------|------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| AFW      | Generator    | 6,0                    | 0,0              | 0,1                      | NOx<br>NH <sub>3</sub> | 418,10 kg/j<br>4,45 kg/j |



Naam

Locatie (X,Y)

Uitstoothoogte

Warmteinhoud

Temporele variatie

NOx

TRN\_4 fakkels

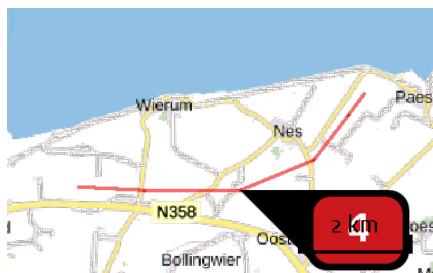
195177, 600414

21,0 m

197,000 MW

Standaard profiel industrie

1.664,00 kg/j



Naam

TRN\_Aanleg leidingtracé zuid

Locatie (X,Y)

198134, 600311

NOx

1.739,23 kg/j

NH3

4,15 kg/j

| Voertuig | Omschrijving | Uitstoot<br>hoogte (m) | Spreiding<br>(m) | Warmte<br>inhoud<br>(MW) | Stof | Emissie |
|----------|--------------|------------------------|------------------|--------------------------|------|---------|
|----------|--------------|------------------------|------------------|--------------------------|------|---------|

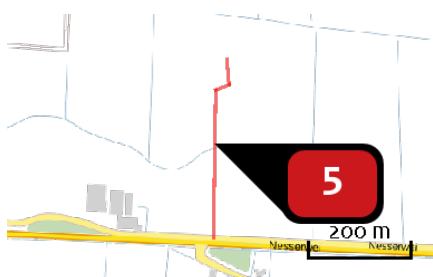
AFW

Dieselmaterieel

4,0

4,0

0,0

NOx  
NH31.739,23 kg/j  
4,15 kg/j

Naam

TRN\_verkeer

Locatie (X,Y)

195130, 600242

NOx

&lt; 1 kg/j

NH3

&lt; 1 kg/j

| Soort | Voertuig | Aantal voertuigen | Stof | Emissie |
|-------|----------|-------------------|------|---------|
|-------|----------|-------------------|------|---------|

Standaard

Licht verkeer

40,0 / jaar

NOx  
NH3< 1 kg/j  
< 1 kg/j

Standaard

Zwaar vrachtverkeer

52,0 / jaar

NOx  
NH3< 1 kg/j  
< 1 kg/j

## Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

## Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS            versie 2020\_20201124\_13fd900ebd

Database        versie 2020\_20201124\_13fd900ebd

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:

<https://www.aerius.nl/nl/factsheets/release/aerius-calculator-2020>

Dit document bevat rekenresultaten van AERIUS Calculator. Het betreft de hoogst berekende stikstofbijdragen per stikstofgevoelig Natura 2000-gebied, op basis van rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant.

De berekening op basis van stikstofemissies gaat uit van de componenten ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) en/of stikstofoxide ( $\text{NO}_x$ ).

Wilt u verder rekenen of gegevens wijzigen? Importeer de pdf dan in Calculator. Voor meer toelichting verwijzen wij u naar de website [www.aerius.nl](http://www.aerius.nl).

Berekening Salderingsruimte Log K14 en TRN incl leidingaanleg

- Kenmerken
- Samenvatting emissies
- Depositieresultaten
- Gedetailleerde emissiegegevens

Verdere toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via:  
<https://www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers>.

# AERIUS CALCULATOR

## Contact

| Rechtspersoon | Inrichtingslocatie                                   |
|---------------|------------------------------------------------------|
| NAM           | Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V., 9400HH Assen |

## Activiteit

| Omschrijving                                                        | AERIUS kenmerk |                              |
|---------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------|
| Saldering Ternaard (TRN) met Log en K14, 30% afroming is verrekend. | RV4Q9RcaeLS    |                              |
| Datum berekening                                                    | Rekenjaar      | Rekenconfiguratie            |
| 22 januari 2021, 15:14                                              | 2020           | Berekend voor natuurgebieden |

## Totale emissie

|                 | Situatie 1  | Situatie 2    | Verskil      |
|-----------------|-------------|---------------|--------------|
| NOx             | 47,39 ton/j | 3.891,34 kg/j | -43,50 ton/j |
| NH <sub>3</sub> | -           | 8,60 kg/j     | 8,60 kg/j    |

## Resultaten

Hectare met  
hoogste verschil  
(mol/ha/j)

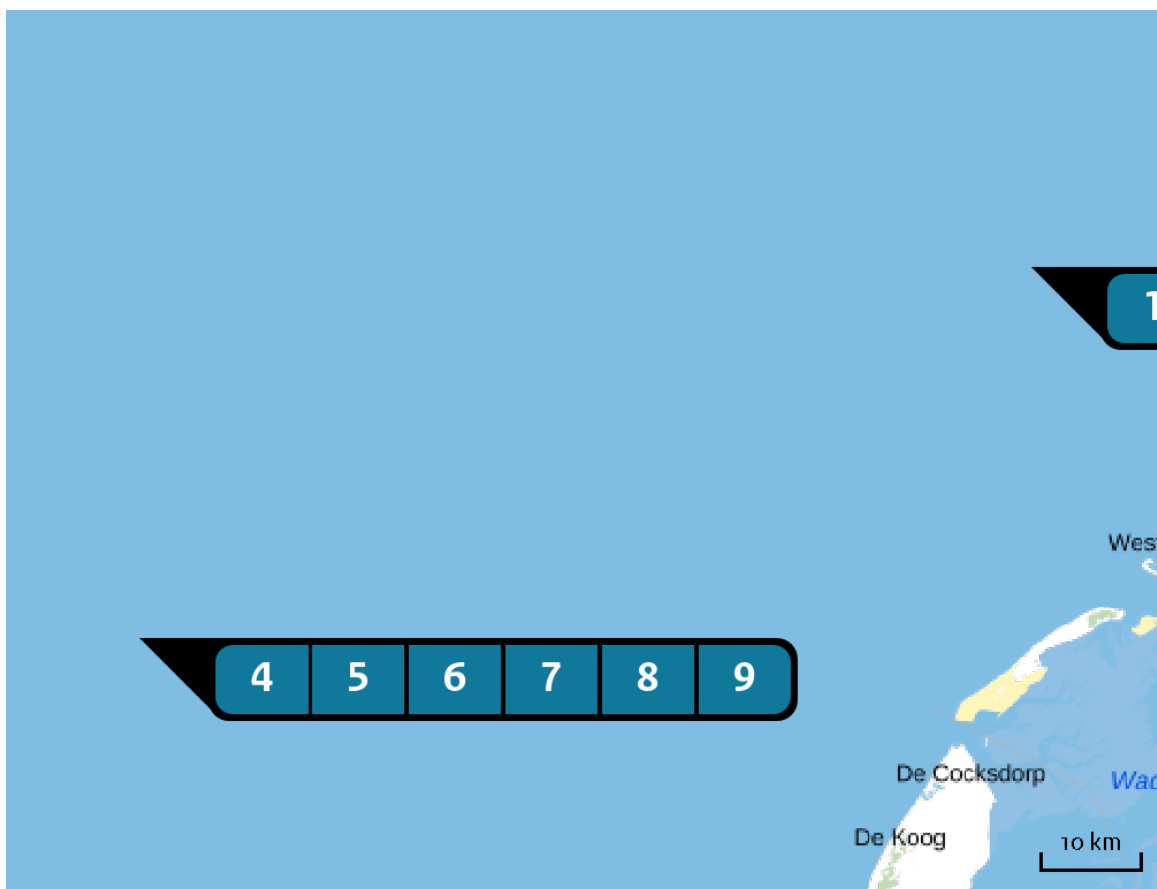
| Natuurgebied | Verskil |
|--------------|---------|
| Waddenzee    | + 0,22  |

## Toelichting

Saldering van NAM project Ternaard met verleaste stikstofruimte van Log en K14, 30% afroming is verrekend.



## Locatie

Salderingsruimte  
Log K14

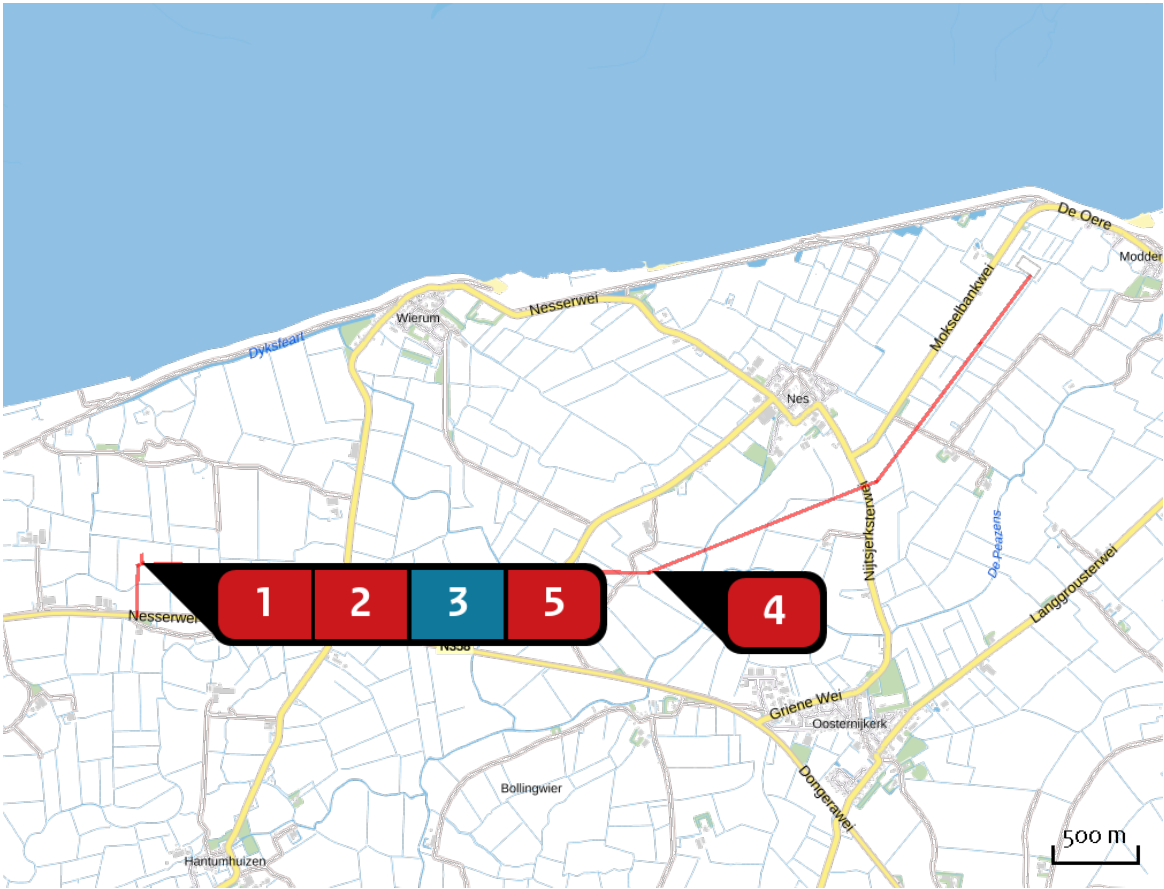
## Emissie

Salderingsruimte  
Log K14

| Bron<br>Sector |                                     | Emissie NH <sub>3</sub> | Emissie NO <sub>x</sub> |
|----------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1              | ⚡ LogFF GT001<br>Energie   Energie  | -                       | 8.120,00 kg/j           |
| 2              | ⚡ LogFF G6001<br>Energie   Energie  | -                       | 1.540,00 kg/j           |
| 3              | ⚡ LogFF G6002<br>Energie   Energie  | -                       | 1.470,00 kg/j           |
| 4              | ⚡ K14 GT K2000<br>Energie   Energie | -                       | 17.220,00 kg/j          |
| 5              | ⚡ K14 GT K3000<br>Energie   Energie | -                       | 3.150,00 kg/j           |
| 6              | ⚡ K14 G500<br>Energie   Energie     | -                       | 4.620,00 kg/j           |

| Bron Sector |                                                                                                                 | Emissie NH <sub>3</sub> | Emissie NO <sub>x</sub> |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 7           |  K14 G510<br>Energie   Energie | -                       | 3.780,00 kg/j           |
| 8           |  K14 G520<br>Energie   Energie | -                       | 3.290,00 kg/j           |
| 9           |  K14 G600<br>Energie   Energie | -                       | 4.200,00 kg/j           |

Locatie  
TRN incl  
leidingaanleg



Emissie  
TRN incl  
leidingaanleg

| Bron Sector |                                                                                                                                                               | Emissie NH <sub>3</sub> | Emissie NO <sub>x</sub> |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1           |  TRN_Inrichting locatie<br>Mobiele werktuigen   Bouw en Industrie          | -                       | 69,93 kg/j              |
| 2           |  TRN_Generatoren boorinstallatie<br>Mobiele werktuigen   Bouw en Industrie | 4,45 kg/j               | 418,10 kg/j             |
| 3           |  TRN_4 fakkels<br>Energie   Energie                                        | -                       | 1.664,00 kg/j           |
| 4           |  TRN_Aanleg leidingtracé zuid<br>Mobiele werktuigen   Bouw en Industrie    | 4,15 kg/j               | 1.739,23 kg/j           |
| 5           |  TRN_verkeer<br>Wegverkeer   Buitenwegen                                   | < 1 kg/j                | < 1 kg/j                |

Resultaten  
stikstof  
gevoelige  
Natura 2000  
gebieden  
(mol/ha/j)

| Natuurgebied                     | Hectare met hoogste verschil |      | Vershil | Vershil op<br>(bijna)<br>overbelaste<br>hexagonalen* |
|----------------------------------|------------------------------|------|---------|------------------------------------------------------|
| Situatie 1                       | Situatie 2                   |      |         |                                                      |
| Waddenzee                        | 0,01                         | 0,24 | + 0,22  | 0,08                                                 |
| Duinen Schiermonnikoog           | 0,02                         | 0,03 | + 0,01  |                                                      |
| Noordzeekustzone                 | 0,01                         | 0,02 | 0,00    |                                                      |
| Duinen Ameland                   | 0,02                         | 0,01 | 0,00    |                                                      |
| Buurserzand & Haaksbergerveen    | 0,01                         | 0,00 | 0,00    |                                                      |
| Rijntakken                       | 0,01                         | 0,00 | 0,00    |                                                      |
| Aamsveen                         | 0,01                         | 0,00 | 0,00    |                                                      |
| Witte Veen                       | 0,01                         | 0,00 | 0,00    |                                                      |
| Wooldse Veen                     | 0,01                         | 0,00 | 0,00    |                                                      |
| Veluwe                           | 0,01                         | 0,00 | 0,00    |                                                      |
| Korenburgerveen                  | 0,01                         | 0,00 | 0,00    |                                                      |
| Willinks Weust                   | 0,01                         | 0,00 | 0,00    |                                                      |
| Dinkelland                       | 0,01                         | 0,00 | 0,00    |                                                      |
| Bekendelle                       | 0,01                         | 0,00 | 0,00    |                                                      |
| Stelkampsveld                    | 0,01                         | 0,00 | 0,00    |                                                      |
| Maasduinen                       | 0,01                         | 0,00 | 0,00    |                                                      |
| Bergvennen & Brecklenkampse Veld | 0,01                         | 0,00 | 0,00    |                                                      |
| Zeldersche Driessen              | 0,01                         | 0,00 | 0,00    |                                                      |
| Boschhuizerbergen                | 0,01                         | 0,00 | 0,00    |                                                      |
| Swalmdal                         | 0,01                         | 0,00 | 0,00    |                                                      |

| Natuurgebied                             | Hectare met hoogste verschil |            | Verschil | Verschil op<br>(bijna)<br>overbelaste<br>hexagonalen* |
|------------------------------------------|------------------------------|------------|----------|-------------------------------------------------------|
|                                          | Situatie 1                   | Situatie 2 |          |                                                       |
| Leudal                                   | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| De Bruuk                                 | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Leenderbos, Groote Heide & De Plateaux   | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Strabrechtse Heide & Beuven              | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Weerter- en Budelerbergen & Ringselven   | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Groote Peel                              | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Deurnsche Peel & Mariapeel               | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Kampina & Oisterwijkse Vennen            | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Kempenland-West                          | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Sint Jansberg                            | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Landgoederen Brummen                     | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Vlijmens Ven, Moerputten & Bossche Broek | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen   | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Loevestein, Pompveld & Kornsche Boezem   | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Zouweboezem                              | 0,01                         | 0,00       | 0,00     | -0,01                                                 |
| Lonnekermeer                             | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Biesbosch                                | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Lingegebied & Diefdijk-Zuid              | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Langstraat                               | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Uiterwaarden Lek                         | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |



| Natuurgebied                     | Hectare met hoogste verschil |            | Verschil | Verschil op<br>(bijna)<br>overbelaste<br>hexagonalen* |
|----------------------------------|------------------------------|------------|----------|-------------------------------------------------------|
|                                  | Situatie 1                   | Situatie 2 |          |                                                       |
| Regte Heide & Riels Laag         | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Brabantse Wal                    | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Krammer-Volkerak                 | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Grevelingen                      | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Voornes Duin                     | 0,01                         | 0,00       | 0,00     | -0,01                                                 |
| Kop van Schouwen                 | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Duinen Goeree & Kwade Hoek       | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Oosterschelde                    | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Voordelta                        | 0,01                         | 0,00       | 0,00     | -0,01                                                 |
| Manteling van Walcheren          | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Solleveld & Kapittelduinen       | 0,01                         | 0,00       | 0,00     | -0,01                                                 |
| Engbertsdijkvenen                | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Bargerveen                       | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Borkeld                          | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Landgoederen Oldenzaal           | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Sallandse Heuvelrug              | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Ulvenhoutse Bos                  | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                                       |
| Springendal & Dal van de Mosbeek | 0,01                         | 0,00       | - 0,01   |                                                       |
| Nieuwkoopse Plassen & De Haeck   | 0,01                         | 0,00       | - 0,01   |                                                       |
| Binnenveld                       | 0,01                         | 0,00       | - 0,01   |                                                       |

| Natuurgebied                                | Hectare met hoogste verschil |            | Verskil | Verskil op<br>(bijna)<br>overbelaste<br>hexagonen* |
|---------------------------------------------|------------------------------|------------|---------|----------------------------------------------------|
|                                             | Situatie 1                   | Situatie 2 |         |                                                    |
| Westduinpark & Wapendal                     | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| Oostelijke Vechtplassen                     | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| Wierdense Veld                              | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| Lemselermaten                               | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| Vecht- en Beneden-Reggegebied               | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| Achter de Voort, Agelerbroek & Voltherbroek | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| Boetelerveld                                | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| Botshol                                     | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| Meijndel & Berkheide                        | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| Kolland & Overlangbroek                     | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| Naardermeer                                 | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht          | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| Mantingerzand                               | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| De Wieden                                   | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| Kennemerland-Zuid                           | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| Dwingelderveld                              | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| Coepelduynen                                | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| Fochteloërveen                              | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| Drouwenerzand                               | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| Elperstroomgebied                           | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |

| Natuurgebied                                   | Hectare met hoogste verschil |            | Verskil | Verskil op<br>(bijna)<br>overbelaste<br>hexagonalen* |
|------------------------------------------------|------------------------------|------------|---------|------------------------------------------------------|
|                                                | Situatie 1                   | Situatie 2 |         |                                                      |
| Olde Maten & Veerslootslanden                  | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                      |
| Mantingerbos                                   | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                      |
| Witterveld                                     | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                      |
| Drents-Friese Wold & Leggelderveld             | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                      |
| Zwarte Meer                                    | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  | -                                                    |
| Drentsche Aa-gebied                            | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                      |
| Lieftinghsbroek                                | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                      |
| Weerribben                                     | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                      |
| Holtingerveld                                  | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                      |
| Ilperveld, Varkensland, Oostzanerveld & Twiske | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                      |
| Wormer- en Jisperveld & Kalverpolder           | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                      |
| Rottige Meenthe & Brandemeer                   | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                      |
| Polder Westzaan                                | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                      |
| Bakkeveense Duinen                             | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                      |
| Alde Feanen                                    | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                      |
| Norgerholt                                     | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                      |
| Noordhollands Duinreservaat                    | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                      |
| Van Oordt's Mersken                            | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                      |
| Groote Wielen                                  | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  | -                                                    |
| Eilandspolder                                  | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                      |

| Natuurgebied                             | Hectare met hoogste verschil |            | Verschil | Verschil op<br>(bijna)<br>overbelaste<br>hexagonen* |
|------------------------------------------|------------------------------|------------|----------|-----------------------------------------------------|
|                                          | Situatie 1                   | Situatie 2 |          |                                                     |
| Wijnjeterper Schar                       | 0,01                         | 0,00       | - 0,01   |                                                     |
| Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving | 0,01                         | 0,00       | - 0,01   | -                                                   |
| Zwanenwater & Pettemerduinen             | 0,01                         | 0,00       | - 0,01   |                                                     |
| Schoorlse Duinen                         | 0,01                         | 0,00       | - 0,01   |                                                     |
| Duinen Terschelling                      | 0,01                         | 0,00       | - 0,01   | -0,02                                               |
| Duinen Den Helder-Callantsoog            | 0,01                         | 0,00       | - 0,01   |                                                     |
| IJsselmeer                               | 0,01                         | 0,00       | - 0,01   | -                                                   |
| Duinen en Lage Land Texel                | 0,01                         | 0,00       | - 0,01   | -0,02                                               |
| Duinen Vlieland                          | 0,02                         | 0,00       | - 0,02   |                                                     |

\* Als de hoogste depositietoename plaatsvindt op een hexagoon waar géén sprake is van een (naderende) stikstofoverbelasting, dan is de hoogste toename op een hexagoon met wel een (naderende) stikstofoverbelasting in deze kolom weergegeven.

Resultaten  
per  
habitatype  
(mol/ha/j)

voor de 10  
stikstofgevoelige  
Natura 2000-  
gebieden met het  
hoogste resultaat

## Waddenzee

| Habitatype                                             | Hectare met hoogste verschil |            | Verskil | Verskil op<br>(bijna)<br>overbelaste<br>hexagonen* |
|--------------------------------------------------------|------------------------------|------------|---------|----------------------------------------------------|
|                                                        | Situatie 1                   | Situatie 2 |         |                                                    |
| H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks)      | 0,01                         | 0,24       | + 0,22  | 0,08                                               |
| H1310A Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)            | 0,01                         | 0,22       | + 0,20  | 0,01                                               |
| H1320 Slijkgrasvelden                                  | 0,01                         | 0,14       | + 0,13  | 0,01                                               |
| ZGH2130A Grijze duinen (kalkrijk)                      | 0,01                         | 0,02       | + 0,01  |                                                    |
| ZGH2120 Witte duinen                                   | 0,02                         | 0,03       | + 0,01  |                                                    |
| H2110 Embryonale duinen                                | 0,02                         | 0,02       | + 0,01  |                                                    |
| ZGH2160 Duindoornstruwelen                             | 0,02                         | 0,02       | + 0,01  | 0,00                                               |
| ZGH2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)              | 0,02                         | 0,02       | 0,00    |                                                    |
| ZGH2110 Embryonale duinen                              | 0,02                         | 0,02       | 0,00    |                                                    |
| H1310B Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)          | 0,01                         | 0,01       | 0,00    |                                                    |
| ZGH1330B Schorren en zilte graslanden<br>(binnendijks) | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  | -                                                  |
| ZGH1310A Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)          | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  | -                                                  |
| H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)                | 0,01                         | 0,01       | - 0,01  |                                                    |
| H2120 Witte duinen                                     | 0,02                         | 0,00       | - 0,01  | -0,02                                              |
| H2130B Grijze duinen (kalkarm)                         | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  | -0,02                                              |
| H2160 Duindoornstruwelen                               | 0,02                         | 0,00       | - 0,01  | -0,02                                              |

## Duinen Schiermonnikoog

| Habitatype                                                                                       | Hectare met hoogste verschil |      | Vershil | Vershil op (bijna) overbelaste hexagonen* |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------|---------|-------------------------------------------|
| Situatie 1                                                                                       | Situatie 2                   |      |         |                                           |
| H9999:6 Habitatype onbekend/onzeker KDW op basis meest kritische relevante type (H2130B;H2130C). | 0,02                         | 0,03 | + 0,01  |                                           |
| ZGH2120 Witte duinen                                                                             | 0,02                         | 0,03 | + 0,01  |                                           |
| ZGH2130A Grijs duinen (kalkrijk)                                                                 | 0,02                         | 0,03 | + 0,01  |                                           |
| ZGH2160 Duindoornstruwelen                                                                       | 0,02                         | 0,03 | + 0,01  |                                           |
| ZGH2130B Grijs duinen (kalkarm)                                                                  | 0,02                         | 0,03 | + 0,01  |                                           |
| ZGH2180Abe Duinbossen (droog), berken-eikenbos                                                   | 0,02                         | 0,03 | + 0,01  |                                           |
| H2130C Grijs duinen (heischraal)                                                                 | 0,02                         | 0,02 | + 0,01  |                                           |
| H2170 Kruipwilgstruwelen                                                                         | 0,02                         | 0,02 | + 0,01  |                                           |
| H2190Aom Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen                         | 0,02                         | 0,02 | + 0,01  |                                           |
| H2180B Duinbossen (vochtig)                                                                      | 0,02                         | 0,03 | + 0,01  |                                           |
| H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)                                                          | 0,02                         | 0,03 | + 0,01  |                                           |
| ZGH2180B Duinbossen (vochtig)                                                                    | 0,02                         | 0,03 | + 0,01  |                                           |
| H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks)                                                | 0,02                         | 0,03 | + 0,01  |                                           |
| H2190C Vochtige duinvalleien (ontkalkt)                                                          | 0,02                         | 0,02 | + 0,01  |                                           |
| H6410 Blauwgraslanden                                                                            | 0,02                         | 0,02 | 0,00    |                                           |
| ZGH2170 Kruipwilgstruwelen                                                                       | 0,02                         | 0,02 | 0,00    |                                           |
| ZGH2180C Duinbossen (binnenduinrand)                                                             | 0,02                         | 0,02 | 0,00    |                                           |
| ZGH2190C Vochtige duinvalleien (ontkalkt)                                                        | 0,01                         | 0,02 | 0,00    |                                           |



## Duinen Schiermonnikoog

| Habitatype                                    | Hectare met hoogste verschil |            | Verschil | Verschil op (bijna) overbelaste hexagonalen* |
|-----------------------------------------------|------------------------------|------------|----------|----------------------------------------------|
|                                               | Situatie 1                   | Situatie 2 |          |                                              |
| ZGH2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)     | 0,02                         | 0,02       | 0,00     |                                              |
| H1310B Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur) | 0,01                         | 0,01       | 0,00     |                                              |

## Noordzeekustzone

| Habitatype                                        | Hectare met hoogste verschil |            | Verschil | Verschil op (bijna) overbelaste hexagonalen* |
|---------------------------------------------------|------------------------------|------------|----------|----------------------------------------------|
|                                                   | Situatie 1                   | Situatie 2 |          |                                              |
| H1310A Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)       | 0,01                         | 0,02       | 0,00     | -0,00                                        |
| H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks) | 0,01                         | 0,02       | 0,00     |                                              |
| H2110 Embryonale duinen                           | 0,01                         | 0,02       | 0,00     |                                              |
| H1310B Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)     | 0,02                         | 0,02       | 0,00     |                                              |
| ZGH2110 Embryonale duinen                         | 0,01                         | 0,02       | 0,00     | -0,02                                        |
| ZGH2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)         | 0,01                         | 0,01       | 0,00     | -                                            |

## Duinen Ameland

| Habitatype                                                                                             | Hectare met hoogste verschil |            | Verskil | Verskil op (bijna) overbelaste hexagonalen* |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------|---------|---------------------------------------------|
|                                                                                                        | Situatie 1                   | Situatie 2 |         |                                             |
| H9999:5 Habitatype onbekend/onzeker KDW op basis meest kritische relevante type (H2130B;H2130C;H6230). | 0,02                         | 0,01       | 0,00    |                                             |
| ZGH2120 Witte duinen                                                                                   | 0,02                         | 0,01       | 0,00    |                                             |
| ZGH2160 Duindoornstruwelen                                                                             | 0,02                         | 0,01       | 0,00    |                                             |
| ZGH2130B Grijze duinen (kalkarm)                                                                       | 0,02                         | 0,01       | 0,00    |                                             |
| H2160 Duindoornstruwelen                                                                               | 0,01                         | 0,01       | 0,00    | -0,01                                       |
| H2120 Witte duinen                                                                                     | 0,02                         | 0,01       | 0,00    |                                             |
| H2170 Kruipwilgstruwelen                                                                               | 0,02                         | 0,01       | - 0,01  |                                             |
| H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)                                                                | 0,02                         | 0,01       | - 0,01  |                                             |
| ZGH2130A Grijze duinen (kalkrijk)                                                                      | 0,02                         | 0,01       | - 0,01  |                                             |
| ZGH2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)                                                              | 0,02                         | 0,01       | - 0,01  |                                             |
| H2190Aom Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen                               | 0,02                         | 0,01       | - 0,01  |                                             |
| ZGH2190C Vochtige duinvalleien (ontkalkt)                                                              | 0,02                         | 0,01       | - 0,01  |                                             |
| ZGH2180Abe Duinbossen (droog), berken-eikenbos                                                         | 0,02                         | 0,01       | - 0,01  |                                             |
| ZGH6230vka Heischrale graslanden, vochtig kalkarm                                                      | 0,02                         | 0,01       | - 0,01  |                                             |
| H2190C Vochtige duinvalleien (ontkalkt)                                                                | 0,02                         | 0,00       | - 0,01  |                                             |
| ZGH2170 Kruipwilgstruwelen                                                                             | 0,02                         | 0,01       | - 0,01  |                                             |
| H2130B Grijze duinen (kalkarm)                                                                         | 0,02                         | 0,00       | - 0,01  |                                             |

## Duinen Ameland

| Habitatype                                   | Hectare met hoogste verschil |            | Verskil | Verskil op<br>(bijna)<br>overbelaste<br>hexagonen* |
|----------------------------------------------|------------------------------|------------|---------|----------------------------------------------------|
|                                              | Situatie 1                   | Situatie 2 |         |                                                    |
| H2130A Grijze duinen (kalkrijk)              | 0,02                         | 0,01       | - 0,01  |                                                    |
| H2140A Duinheiden met kraaihei (vochtig)     | 0,02                         | 0,01       | - 0,01  |                                                    |
| H2180B Duinbossen (vochtig)                  | 0,02                         | 0,01       | - 0,01  |                                                    |
| H2130C Grijze duinen (heischraal)            | 0,02                         | 0,01       | - 0,01  |                                                    |
| ZGH2180B Duinbossen (vochtig)                | 0,02                         | 0,01       | - 0,01  |                                                    |
| H2150 Duinheiden met struikhei               | 0,02                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| H2140B Duinheiden met kraaihei (droog)       | 0,02                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| H2180Abe Duinbossen (droog), berken-eikenbos | 0,02                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| H2180C Duinbossen (binnenduinrand)           | 0,02                         | 0,01       | - 0,02  |                                                    |

## Buurserzand &amp; Haaksbergerveen

| Habitatype                                                    | Hectare met hoogste verschil |            | Verskil | Verskil op<br>(bijna)<br>overbelaste<br>hexagonen* |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------|------------|---------|----------------------------------------------------|
|                                                               | Situatie 1                   | Situatie 2 |         |                                                    |
| H3130 Zwakgebufferde vennen                                   | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| H4010A Vochtige heiden (hogere zandgronden)                   | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| H4030 Droge heiden                                            | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| H7120 Herstellende hoogvenen                                  | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| ZGH7120 Herstellende hoogvenen                                | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| H5130 Jeneverbesstruwelen                                     | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| H7110A Actieve hoogvenen (hoogveenlandschap)                  | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| H2310 Stuifzandheiden met struikhei                           | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| H7230 Kalkmoerassen                                           | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| Hg1Do Hoogveenbossen                                          | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| Hg1EoC Vochtige alluviale bossen<br>(beekbegeleidende bossen) | 0,01                         | 0,00       | 0,00    | -0,01                                              |

## Rijntakken

| Habitatype                                                                                | Hectare met hoogste verschil |            | Verskil | Verskil op<br>(bijna)<br>overbelaste<br>hexagonen* |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------|---------|----------------------------------------------------|
|                                                                                           | Situatie 1                   | Situatie 2 |         |                                                    |
| Lg11 Kamgrasweide & Bloemrijk weidevogelgrasland van het rivieren- en zeekleigebied       | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| ZGLg11 Kamgrasweide & Bloemrijk weidevogelgrasland van het rivieren- en zeekleigebied     | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| Lgo2 Geïsoleerde meander en petgat                                                        | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| Lgo8 Nat, matig voedselrijk grasland                                                      | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| H6510A Glanshaver- en vossenstaarthooilanden (glanshaver)                                 | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| ZGLgo8 Nat, matig voedselrijk grasland                                                    | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| ZGLgo7 Dotterbloemgrasland van veen en klei                                               | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| H6120 Stroomdalgraslanden                                                                 | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| H91EoB Vochtige alluviale bossen (essen- iepenbossen)                                     | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| H3150 Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden, buiten afgesloten zeearmen               | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| ZGLgo2 Geïsoleerde meander en petgat                                                      | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| Lgo7 Dotterbloemgrasland van veen en klei                                                 | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| H9999:38 Habitatype onbekend/onzeker KDW op basis meest kritische relevante type (H6120). | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| H6510B Glanshaver- en vossenstaarthooilanden (grote vossenstaart)                         | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| H6430C Ruigten en zomen (droge bosranden)                                                 | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |

## Rijntakken

| Habitatype                                                                    | Hectare met hoogste verschil |            | Verskil | Verskil op<br>(bijna)<br>overbelaste<br>hexagonen* |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------|---------|----------------------------------------------------|
|                                                                               | Situatie 1                   | Situatie 2 |         |                                                    |
| ZGH3150 Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden, buiten afgesloten zeearmen | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| Hg1Fo Droge hardhoutooibossen                                                 | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| ZGHg1Fo Droge hardhoutooibossen                                               | 0,01                         | 0,00       | 0,00    | -                                                  |



## Aamsveen

| Habitatype                                                   | Hectare met hoogste verschil |            | Verskil | Verskil op<br>(bijna)<br>overbelaste<br>hexagonen* |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------|------------|---------|----------------------------------------------------|
|                                                              | Situatie 1                   | Situatie 2 |         |                                                    |
| H7120ah Herstellende hoogvenen, actief hoogveen              | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| H7110A Actieve hoogvenen (hoogveenlandschap)                 | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| ZGH7120ah Herstellende hoogvenen, actief hoogveen            | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| Hg1EoC Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)   | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| H4030 Droge heiden                                           | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| H7150 Pioniervegetaties met snavelbiezen                     | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| H4010A Vochtige heiden (hogere zandgronden)                  | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                                    |
| H6410 Blauwgraslanden                                        | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| Hg120 Beuken-eikenbossen met hulst                           | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| ZGHg1EoC Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen) | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| H6230vka Heischrale graslanden, vochtig kalkarm              | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |
| H3130 Zwakgebufferde vennen                                  | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                                    |

## Witte Veen

| Habitatype                                    | Hectare met hoogste verschil |            | Verschil | Verschil op (bijna) overbelaste hexagonen* |
|-----------------------------------------------|------------------------------|------------|----------|--------------------------------------------|
|                                               | Situatie 1                   | Situatie 2 |          |                                            |
| H4030 Droge heiden                            | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                            |
| H3130 Zwakgebufferde vennen                   | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                            |
| H4010A Vochtige heiden (hogere zandgronden)   | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                            |
| ZGH4010A Vochtige heiden (hogere zandgronden) | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                            |
| H3160 Zure vennen                             | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                            |
| H91Do Hoogveenbossen                          | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                            |
| H7110B Actieve hoogvenen (heideveentjes)      | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                            |

## Wooldse Veen

| Habitatype                                      | Hectare met hoogste verschil |            | Verschil | Verschil op (bijna) overbelaste hexagonen* |
|-------------------------------------------------|------------------------------|------------|----------|--------------------------------------------|
|                                                 | Situatie 1                   | Situatie 2 |          |                                            |
| H7110A Actieve hoogvenen (hoogveenlandschap)    | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                            |
| H7120ah Herstellende hoogvenen, actief hoogveen | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                            |
| H6230 Heischrale graslanden                     | 0,01                         | 0,00       | 0,00     |                                            |

## Veluwe

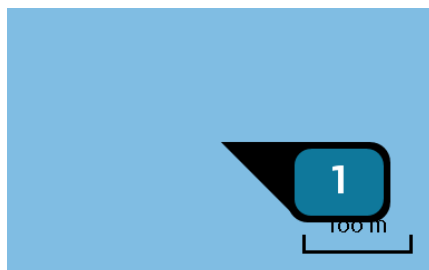
| Habitatype                                        | Hectare met hoogste verschil |            | Vershil | Vershil op (bijna) overbelaste hexagonalen* |
|---------------------------------------------------|------------------------------|------------|---------|---------------------------------------------|
|                                                   | Situatie 1                   | Situatie 2 |         |                                             |
| H2310 Stuifzandheiden met struikhei               | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                             |
| H2330 Zandverstuivingen                           | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                             |
| H4030 Droge heiden                                | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                             |
| L4030 Droge heiden                                | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                             |
| Lg09 Droog struisgrasland                         | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                             |
| Lg13 Bos van arme zandgronden                     | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                             |
| H3160 Zure vennen                                 | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                             |
| Lg14 Eiken- en beukenbos van lemige zandgronden   | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                             |
| ZGLg13 Bos van arme zandgronden                   | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                             |
| ZGH6230 Heischrale graslanden                     | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                             |
| H6230 Heischrale graslanden                       | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                             |
| H4010A Vochtige heiden (hogere zandgronden)       | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                             |
| ZGH4030 Droge heiden                              | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                             |
| H3130 Zwakgebufferde vennen                       | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                             |
| H7110B Actieve hoogvenen (heideveentjes)          | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                             |
| ZGLg14 Eiken- en beukenbos van lemige zandgronden | 0,01                         | 0,00       | 0,00    |                                             |
| H9120 Beuken-eikenbossen met hulst                | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                             |
| H7150 Pioniervegetaties met snavelbiezen          | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                             |

## Veluwe

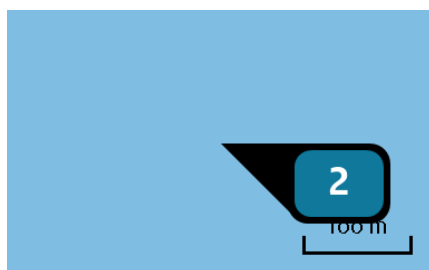
| Habitatype                                                 | Hectare met hoogste verschil |            | Vershil | Vershil op (bijna) overbelaste hexagonalen* |
|------------------------------------------------------------|------------------------------|------------|---------|---------------------------------------------|
|                                                            | Situatie 1                   | Situatie 2 |         |                                             |
| ZGLg01 Permanente bron & Langzaam stromende bovenloop      | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                             |
| ZGL4030 Droge heiden                                       | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                             |
| Hg190 Oude eikenbossen                                     | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                             |
| H5130 Jeneverbesstruwelen                                  | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                             |
| H2320 Binnenlandse kraaiheibegroeiingen                    | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                             |
| Lg01 Permanente bron & Langzaam stromende bovenloop        | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                             |
| ZGHg120 Beuken-eikenbossen met hulst                       | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                             |
| Hg1EoC Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen) | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                             |
| H7140A Overgangs- en trilvenen (trilvenen)                 | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                             |
| ZGH2310 Stuifzandheiden met struikhei                      | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                             |
| ZGH2330 Zandverstuivingen                                  | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                             |
| ZGHg190 Oude eikenbossen                                   | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                             |
| ZGLg09 Droog struisgrasland                                | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                             |
| ZGH5130 Jeneverbesstruwelen                                | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                             |
| ZGH3130 Zwakgebufferde vennen                              | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                             |
| H6410 Blauwgraslanden                                      | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                             |
| ZGH4010A Vochtige heiden (hogere zandgronden)              | 0,01                         | 0,00       | - 0,01  |                                             |

- \* Als de hoogste depositietoename plaatsvindt op een hexagoon waar géén sprake is van een (naderende) stikstofoverbelasting, dan is de hoogste toename op een hexagoon met wel een (naderende) stikstofoverbelasting in deze kolom weergegeven.

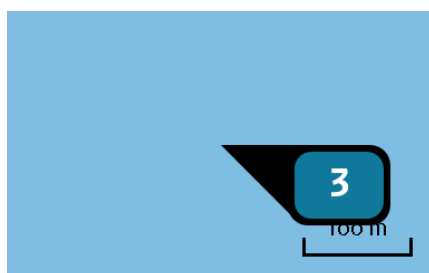
Emissie  
(per bron)  
Salderingsruimte  
Log K14



Naam LogFF GT001  
Locatie (X,Y) 126756, 625435  
Uitstoothoogte 59,0 m  
Warmteinhoud 12,404 MW  
Temporele variatie Standaard profiel industrie  
NOx 8.120,00 kg/j



Naam LogFF G6001  
Locatie (X,Y) 126741, 625402  
Uitstoothoogte 16,0 m  
Warmteinhoud 2,300 MW  
Temporele variatie Standaard profiel industrie  
NOx 1.540,00 kg/j

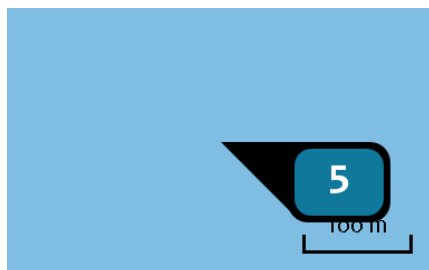


Naam LogFF G6002  
Locatie (X,Y) 126783, 625423  
Uitstoothoogte 16,0 m  
Warmteinhoud 2,960 MW  
Temporele variatie Standaard profiel industrie  
NOx 1.470,00 kg/j

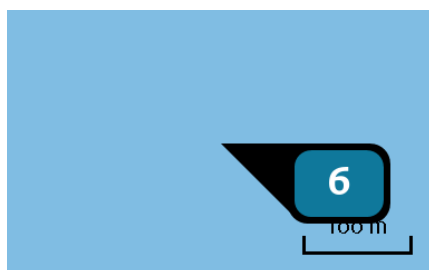


Naam K14 GT K2000  
Locatie (X,Y) 37440, 588370  
Uitstoothoogte 70,0 m  
Temperatuur emissie 500,00 °C  
Uittreeddiameter 2,6 m  
Uittreedrichting Verticaal geforceerd  
Uittreedsnelheid 6,6 m/s  
Temporele variatie Standaard profiel industrie  
NOx 17.220,00 kg/j





Naam K14 GT K3000  
Locatie (X,Y) 37425, 588376  
Uitstoothoogte 70,0 m  
Temperatuur emissie 500,00 °C  
Uittreeddiameter 2,6 m  
Uittreedrichting Verticaal geforceerd  
Uittreedsnelheid 6,5 m/s  
Temporele variatie Standaard profiel industrie  
NOx 3.150,00 kg/j



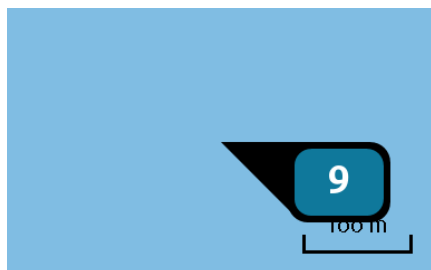
Naam K14 G500  
Locatie (X,Y) 37428, 588377  
Uitstoothoogte 67,3 m  
Temperatuur emissie 284,00 °C  
Uittreeddiameter 0,7 m  
Uittreedrichting Verticaal geforceerd  
Uittreedsnelheid 1,4 m/s  
Temporele variatie Standaard profiel industrie  
NOx 4.620,00 kg/j



Naam K14 G510  
Locatie (X,Y) 37437, 588392  
Uitstoothoogte 67,3 m  
Temperatuur emissie 281,00 °C  
Uittreeddiameter 0,7 m  
Uittreedrichting Verticaal geforceerd  
Uittreedsnelheid 1,4 m/s  
Temporele variatie Standaard profiel industrie  
NOx 3.780,00 kg/j

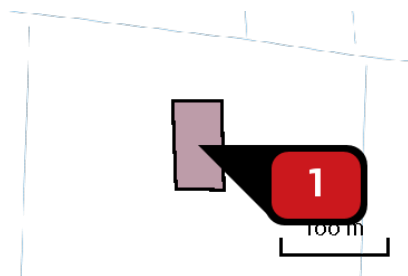


Naam K14 G520  
Locatie (X,Y) 37440, 588391  
Uitstoothoogte 67,3 m  
Temperatuur emissie 284,00 °C  
Uittreeddiameter 0,7 m  
Uittreedrichting Verticaal geforceerd  
Uittreedsnelheid 1,4 m/s  
Temporele variatie Standaard profiel industrie  
NOx 3.290,00 kg/j



|                     |                             |
|---------------------|-----------------------------|
| Naam                | K14 G600                    |
| Locatie (X,Y)       | 37484, 588395               |
| Uitstoothoogte      | 36,0 m                      |
| Temperatuur emissie | 610,00 °C                   |
| Uittreeddiameter    | 0,1 m                       |
| Uittreedrichting    | Horizontaal geforceerd      |
| Uittreedsnelheid    | 0,6 m/s                     |
| Temporele variatie  | Standaard profiel industrie |
| NOx                 | 4.200,00 kg/j               |

Emissie  
(per bron)  
TRN incl  
leidingaanleg



Naam

Locatie (X,Y)

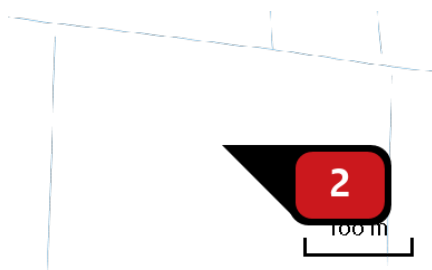
NOx

TRN\_Inrichting locatie

195170, 600384

69,93 kg/j

| Voertuig | Omschrijving                     | Uitstoot<br>hoogte (m) | Spreiding<br>(m) | Warmte<br>inhoud<br>(MW) | Stof | Emissie    |
|----------|----------------------------------|------------------------|------------------|--------------------------|------|------------|
| AFW      | voorbereiding +<br>constr.werkz. | 4,0                    | 4,0              | 0,0                      | NOx  | 69,93 kg/j |



Naam

Locatie (X,Y)

NOx

NH3

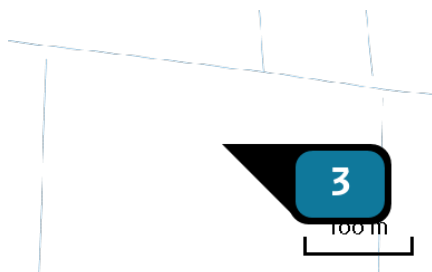
TRN\_Generatoren  
boorinstallatie

195168, 600392

418,10 kg/j

4,45 kg/j

| Voertuig | Omschrijving | Uitstoot<br>hoogte (m) | Spreiding<br>(m) | Warmte<br>inhoud<br>(MW) | Stof       | Emissie                  |
|----------|--------------|------------------------|------------------|--------------------------|------------|--------------------------|
| AFW      | Generator    | 6,0                    | 0,0              | 0,1                      | NOx<br>NH3 | 418,10 kg/j<br>4,45 kg/j |



Naam

Locatie (X,Y)

Uitstoothoogte

Warmteinhoud

Temporele variatie

NOx

TRN\_4 fakkels

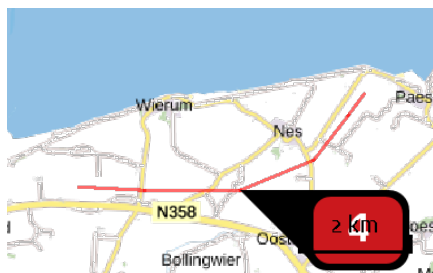
195177, 600414

21,0 m

197,000 MW

Standaard profiel industrie

1.664,00 kg/j



Naam

TRN\_Aanleg leidingtracé zuid

Locatie (X,Y)

198134, 600311

NOx

1.739,23 kg/j

NH3

4,15 kg/j

| Voertuig | Omschrijving | Uitstoot<br>hoogte (m) | Spreiding<br>(m) | Warmte<br>inhoud<br>(MW) | Stof | Emissie |
|----------|--------------|------------------------|------------------|--------------------------|------|---------|
|----------|--------------|------------------------|------------------|--------------------------|------|---------|

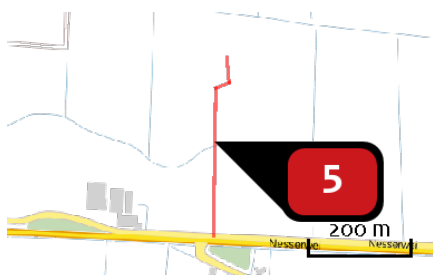
AFW

Dieselmaterieel

4,0

4,0

0,0

NOx  
NH31.739,23 kg/j  
4,15 kg/j

Naam

TRN\_verkeer

Locatie (X,Y)

195130, 600242

NOx

&lt; 1 kg/j

NH3

&lt; 1 kg/j

| Soort | Voertuig | Aantal voertuigen | Stof | Emissie |
|-------|----------|-------------------|------|---------|
|-------|----------|-------------------|------|---------|

Standaard

Licht verkeer

40,0 / jaar

NOx  
NH3< 1 kg/j  
< 1 kg/j

Standaard

Zwaar vrachtverkeer

52,0 / jaar

NOx  
NH3< 1 kg/j  
< 1 kg/j

## Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

## Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS versie 2020\_20201216\_c759386971

Database versie 2020\_20201216\_c759386971

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:

<https://www.aerius.nl/nl/factsheets/release/aerius-calculator-2020>

# Monitoringprogramma 2014 t/m 2019 in het kader van de gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen

## INLEIDING

### 1.1 Monitoringplan en -programma

In het kader van de gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen zijn vergunningen verleend op grond van de Natuurbeschermingswet (Nbwet). In deze vergunningen is een monitoringplan opgenomen (zie bijlage 1). Dit monitoringplan is de basis voor het monitoringprogramma. Op 23 februari 2007 heeft de toenmalige minister van LNV het monitoringprogramma 2007-2012 goedgekeurd. Dit programma geldt voor een periode van 6 jaar. De monitoring over de jaren 2007-2012 is geëvalueerd in 2013. De Auditcommissie m.e.r. heeft de evaluatie beoordeeld en hierover op 5 maart 2014 een advies uitgebracht onder nummer 2796-83. Dit advies en de resultaten hiervan zijn verwerkt in het voorliggende monitoringprogramma 2014-2019. Het monitoringprogramma 2014-2019 past binnen het monitoringplan 2007 en zal ter instemming worden voorgelegd aan het bevoegd gezag.

### 1.2 Gaswinning en bodemdaling

De gaswinning vanaf de locaties Moddergat (MGT), Lauwersoog (LWO) en Vierhuizen (VHN) kan effecten hebben op de Natura 2000 gebieden Waddenzee en Lauwersmeer. Omdat er geen installaties met betrekking tot opsporing of winning van aardgas in deze gebieden aanwezig zijn heeft de betreffende gaswinning alleen invloed op deze gebieden via bodemdaling.

Door sedimentuitwisseling tussen de Noordzeekustzone en de Waddenzee kunnen wadplaten ontstaan en groeien. Deze sedimentatiecapaciteit resulteert in een meegroeivermogen met de bodemdaling en relatieve zeespiegelstijging. Daling van wadplaten als gevolg van bodemdaling door gaswinning wordt dan ook niet verwacht. Vanuit de zorg dat wadplaten onder invloed van bodemdaling toch zouden kunnen krimpen vindt de gaswinning plaats volgens het 'Hand aan de kraan' principe. Daarbij wordt gestuurd op de abiotische parameter bodemdalingssnelheid. Bodemdaling in de diepe ondergrond kan leiden tot daling van het aardoppervlak met een snelheid van maximaal enkele mm's per jaar in de kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag. De bodemdalingssnelheid door gaswinning wordt bepaald op basis van een meet- en regelcyclus als opgenomen in het door de minister van Economische Zaken goedgekeurde Winningsplan MGT/LWO/VHN. Daarnaast vindt er een uitgebreide monitoring plaats van biotische en a-biotische parameters in de Waddenzee en het Lauwersmeergebied op basis van een door de toenmalige minister van LNV goedgekeurd monitoringprogramma 2007-2012. Deze monitoring moet er op gericht zijn te controleren of gaswinning vanaf de bovengenoemde locaties geen meetbaar nadelig effect heeft op de instandhoudingsdoelstellingen zoals beschreven in de Nota's van toelichting op de aanwijzingsbesluiten voor de speciale beschermingszones Waddenzee (VHR-gebied) en Lauwersmeer (VR gebied). Deze instandhoudingsdoelen betreft een aantal habitattypen en doelsoorten, voornamelijk vogels.



In het monitoringprogramma worden 3 deelgebieden onderscheiden. Dit zijn de wadplaten, kwelder en het Lauwersmeergebied. Voor deze deelgebieden worden de relevante parameters gemonitord. Deze worden in het voorliggende monitoringprogramma gepresenteerd.

### **1.3 Effectketenbenadering**

Als bodemdaling door gaswinning invloed heeft op de natuur dan zijn veranderingen in het ecosysteem meetbaar. De eerste veranderingen treden op in abiotische systeemparemeters, zoals bijvoorbeeld de grondwaterstand in het Lauwersmeergebied. Naar mate de invloed van bodemdaling op het abiotische systeem groter wordt, zullen zich ook meer veranderingen in de biotiek voordoen. Zo kunnen plantensoorten die een lagere grondwaterstand prefereren plaats maken voor soorten die beter bij een hogere grondwaterstand gedijen. Deze aaneenschakeling van effecten in het ecosysteem noemen we de effectketen. Het doel van de effectketenbenadering is om de doorwerking van bodemdaling in het ecosysteem te kunnen volgen tot aan de instandhoudingsdoelen. Omgekeerd moet voor een nadelig effect op de instandhoudingsdoelen kunnen worden vastgesteld of dit een effect is van bodemdaling door gaswinning of niet. Het is daarom belangrijk dat de effectketens voldoende specifiek zijn.

### **1.4 Hand Aan de Kraan**

Het 'hand aan de kraan' (HAK) principe is ontwikkeld om te zorgen dat bodemdaling door gaswinning binnen vooraf vastgestelde grenzen blijft. Deze grenzen zijn de kombergingspecifieke sedimentatiecapaciteiten van het Pinkegat en de Zoutkamperlaag. De jaarlijkse zeespiegelstijging en bodemdaling door gaswinning mogen samen deze sedimentatiecapaciteit niet overschrijden. De NAM monitort deze diepe bodemdaling door gaswinning en kan de bodemdalingsnelheid zonodig beperken door de productie uit de velden onder de Waddenzee te reduceren. Wetenschappelijk is aangetoond dat indien de natuurgrens niet wordt overschreden er geen meetbare nadelige effecten door gaswinning in de Waddenzee zijn te verwachten.

Ondanks de conservatief gekozen sedimentatiecapaciteit (natuurgrens) van respectievelijk 5 mm/jaar en 6 mm/jaar voor de kombergingen Zoutkamperlaag en Pinkegat, en de controle hierop via het HAK-principe, is er behoefte aan directe controle op de instandhoudingsdoelstellingen in het gebied dat onder invloed staat van de gaswinning. In het voorliggende monitoringprogramma wordt aangegeven op wat voor manier de ontwikkeling van deze instandhoudingsdoelstellingen gemonitord wordt. Het hoofddoel van deze ecologische monitoring is aan te tonen dat er geen sprake is van een meetbare nadelige ontwikkeling van deze instandhoudingsdoelen. Wanneer toch uit de monitoring blijkt dat er sprake is van een nadelige ontwikkeling, dan dient aannemelijk te worden gemaakt dat dit niet het effect is van bodemdaling door gaswinning. Wanneer uit de data aannemelijk wordt dat de gaswinning wel de oorzaak is voor de nadelige ontwikkeling in het gebied dan dient hiervoor aan de hand van nader onderzoek een verklaring te worden gezocht en zo nodig met toepassing van het hand aan de kraan principe te worden ingegrepen.

### **1.5 Evaluatie 2007-2012**

In de periode 2007 tot en met 2012 is bovenvermeld meet- en monitoringprogramma uitgevoerd. In 2013 heeft een evaluatie hiervan plaatsgevonden. Naast een aantal kleine aanpassingen zijn de hoofdpunten uit de evaluatie van de monitoring 2007-2012 de volgende:

- De jaarlijkse uitvoering van de Meet- en Regelcyclus werkt naar tevredenheid. De bodemdalingsnelheid vanwege de gaswinning blijft binnen de afgesproken gebruiksruimte. Er is geen reden om het systeem ten aanzien van de uitvoering van de Meet- en Regelcyclus aan te passen.
- Voor de monitoring van de wadplaathoogte met LIDAR is er nog discussie over de betrouwbaarheid van de veronderstelde meetnauwkeurigheid. Deze discussie moet op korte termijn beslecht worden. Daarnaast is het voorlopig nodig om parallel aan iedere

LIDAR-survey (§2.2.1) een *ground-truth* campagne door middel van hoogtemetingen ter controle en/of kalibratie uit te voeren.

- Voor de monitoring van de ontwikkeling van de wadplaten dient de bodemdieren data geïntegreerd met de wadplaathoogtemetingen te worden geanalyseerd. Hiervoor is een op voorhand vastgestelde meet- en analyse strategie onontbeerlijk.
- De monitoring voor de kwelder werkt naar tevredenheid, alleen de inpassing van de broedvogels in de effectketen is zwak. Omdat binnen het kader van de Amelandmonitoring de relatie tussen bodemdaling en kwelderbroedvogels nader wordt onderzocht, kan in de onderhavige monitoring het onderzoek naar effecten op broedvogels mogelijk worden beperkt.
- Het monitoringprogramma voor het *Lauwersmeergebied* zal naar het zuidelijke deel van het gebied moeten worden uitgebreid.
- In de effectketen van het Lauwersmeergebied mist de koppeling tussen vegetatie en vogels. Met deze koppeling zal in de toekomst rekening moeten worden gehouden.

### **1.6 Belangrijkste aanpassingen monitoringprogramma 2014-2019**

Op basis van de uitkomsten van de evaluatie 2007-2012, de adviezen van de Auditcommissie m.e.r. en gesprekken/workshops met de betrokken onderzoekers is onderhavig Monitoringprogramma 2014-2019 opgesteld. (In 2013 is het monitoringprogramma 2007-2012 nog onverkort voortgezet).

In dit monitoringprogramma worden drie deelgebieden onderscheiden. Dit zijn de wadplaten in de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag, de kwelder Peasemerlannen en het Lauwersmeergebied. De monitoringactiviteiten worden in dit programma per deelgebied gepresenteerd.

De wijzigingen die ten opzichte van het oude monitoringprogramma zijn aangebracht leiden tot meer focus en integratie van gemonitoorde variabelen in relatie tot instandhoudingsdoelen volgens de betrokken Natura 2000 gebieden en tot uitbreiding van het programma. Voor het onderdeel wadplaten werden de gemonitoorde variabelen vogels, bodemdieren en sedimentatie afzonderlijk geanalyseerd in relatie tot referenties in tijd en ruimte. De analysestrategie van het nieuwe monitoringprogramma is om deze variabelen eerst te integreren tot een variabele die zo goed mogelijk de instandhoudingsdoelen representeert en vervolgens diens relatie met bodemdaling te analyseren. Zo wordt de focus op de instandhoudingsdoelen expliciet gemaakt (zie ook bijlage 1). Ten bate van een goede integratie van de monitoringgegevens is het wenselijk de aantallen trekvogels beter te schatten. Hiervoor worden de bestaande vogeltelling nabij het Peasemerwad aangevuld.

In het oude monitoringprogramma van het Lauwersmeergebied lag de nadruk op het monitoren van de ontwikkeling van enkele vegetatietypes. De Lauwersmeer is echter een vogelrichtlijngebied met instandhoudingsdoelen voor vogelsoorten en niet voor vegetatietypes of habitattypes. De analysestrategie van het nieuwe monitoringprogramma is daarom gefocust op het analyseren van de variatie in vegetatiestructuren die bepalend zijn voor het habitatareaal van Natura 2000 doelsoorten (zie ook bijlage 2). Omdat de vegetatiemonitoring alleen in het noordelijke deel en de vogeltelling grotendeels in het zuidelijke deel van het gebied plaatsvonden, zijn beide inventarisaties uitgebreid. In het nieuwe programma worden alle metingen verspreid over het gehele gebied en in dezelfde deelgebieden uitgevoerd. Hierdoor wordt koppeling van de gegevens in tijd en ruimte mogelijk.

De monitoring en analysestrategie van de Peasemerlannen verliep naar tevredenheid en wordt daarom onveranderd doorgezet. Het voornaamste punt van aandacht bij de kweldermonitoring is de verandering in het beheer van de kwelder of diens referentiegebied. In het nieuw

monitoringprogramma wordt daarom meer dan één referentiegebied aangehouden. Voor de analysestrategie voor de kweldervegetatie wordt verwezen naar het rapport van Van Duin *et al.* (2013) (ref. 13).

Met het inwerking treden van het nieuwe monitoringprogramma gaan er geen opgebouwde meetreeksen verloren. Alleen voor het Lauwersmeergebied is de tot dusver verzamelde data slechts in beperkte mate (alleen in deelgebieden) geschikt voor het monitoren van de instandhoudingsdoelen.

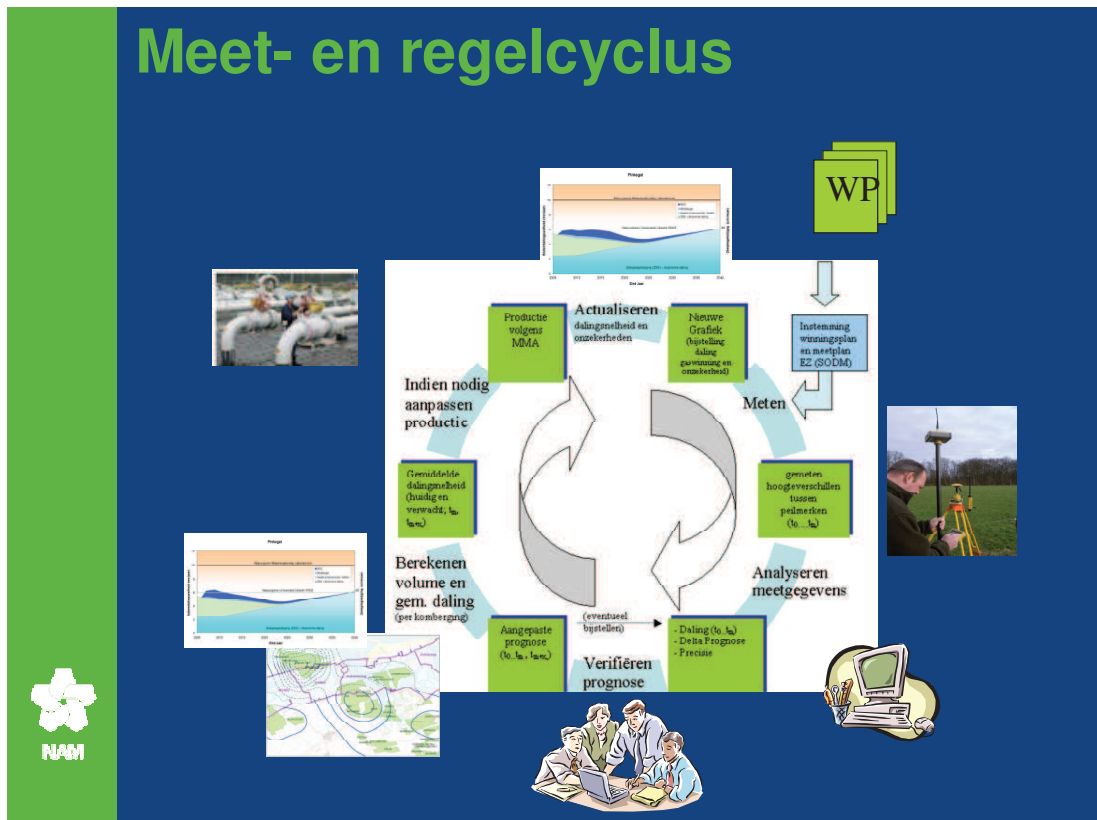
Voor een meer gedetailleerd beeld over de wijze waarop rekening is gehouden met het advies van de auditcommissie d.d. 5 maart 2014, zie bijlage 3.

### **1.7 Meet- & Regelcyclus**

De beschrijving van de Meet – en regelcyclus is opgenomen in het vigerende winningsplan MGT/LWO/VHN. Het doel van het doorlopen van deze jaarlijkse cyclus is om aan te tonen dat de diepe bodemdalingsnelheid in de Waddenzee door gaswinning binnen vooraf bepaalde grenzen blijft (Fig 1). Daarnaast vormt de diepe bodemdaling, die a.d.h.v. de Meet & Regelcyclus in beeld wordt gebracht, de basis van de effectketen. De metingen betreffen:

- Continue metingen m.b.v. 3 permanente GPS-stations (AME, ANJ, MGT)
- Eens per 3 jaar GPS-campagne peilmerkclusters in Waddenzee,
- Eens per 3 jaar GPS peilmerken Lauwersmeer
- Eens per 3 jaar rapportage van waterpassingen en InSAR rond Lauwersmeer
- Eens per 3 jaar waterpassing op Ameland
- Eens per 3 jaar waterpassing op Schiermonnikoog
- Eens per 3 jaar GPS-campagne op de 2 ameland platformen (mogelijk permanente installatie, dus continue meting vanaf 2014)

Het Meet- en Regelprogramma is uitgewerkt in het Meet- en regelprotocol (22-01-2007) en komt in dit monitoring programma niet verder aan bod.



Figuur 1: Weergave van het proces achter de zgn. Meet- en Regelcyclus. In het vergunde winningplan voor de MLV winningen wordt aangegeven dat de aardgasproductie een bodemdalingsnelheid zal veroorzaken die binnen de sedimentatiecapaciteit (gebruiksruimte) voor de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag blijft. Jaarlijks zijn er meet campagnes op basis waarvan de voortgang en de snelheid van de diepe bodemdaling worden vastgesteld. Deze meetgegevens worden geanalyseerd in geomechanische modellen op basis waarvan de diepe bodemdalingkom ruimtelijk wordt berekend, de dalingsnelheid in de diepe ondergrond wordt bepaald en voorspellingen voor de toekomst worden gemaakt. Deze resultaten worden terug gerapporteerd aan het bevoegd gezag en, indien nodig, kan de productiesnelheid worden aangepast. Zo is de cyclus rond.

## MONITORINGPROGRAMMA 2014 t/m 2019

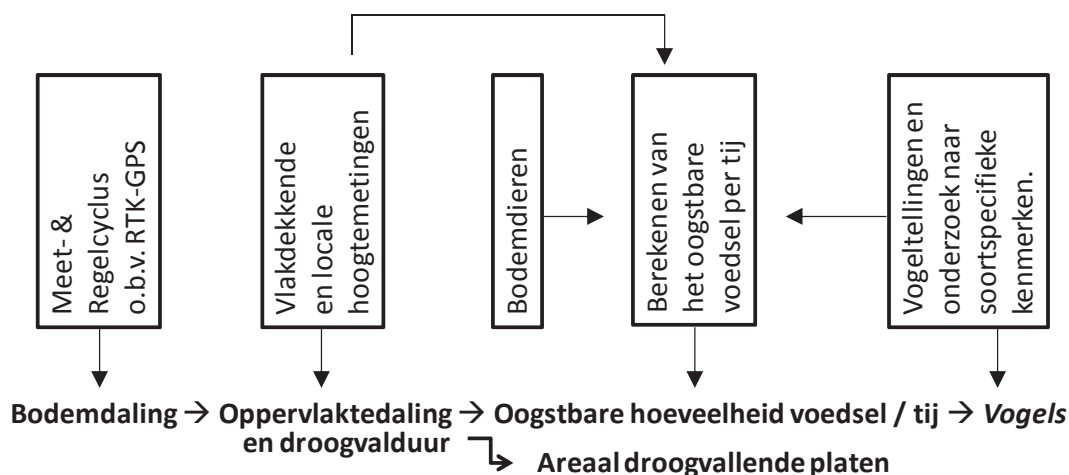
### 2. WADPLATEN

In de paragrafen 2.1. tot en met 2.1.7 wordt de achtergrond en voorgestelde analyse van de wadplaatmonitoring uiteen gezet. Een schematisch overzicht van de analysestrategie voor het monitoringprogramma wadplaten is opgenomen in bijlage 1. De paragrafen 2.2 tot en met 2.2.7 gaan in op de afzonderlijke monitoringonderdelen.

#### 2.1. Monitoring Wadplaten

In het onderdeel wadplaten gaat het om het monitoren van twee types instandhoudingsdoelen. Dat zijn het areaal/droogvalduur 'droogvallende slik en zandplaten' en de functie van deze wadplaten als foerageergebied voor een aantal vogelsoorten (Natura 2000 doelsoorten). In het aanwijzingsbesluit Waddenzee spreekt men over de draagkracht van het gebied voor een bepaalde hoeveelheid vogels. Omdat de vogels de wadplaten gebruiken om te foerageren en omdat gaswinning enkel effect op dit foerageren heeft via bodemdaling, is voor deze studie de term draagkracht vertaald naar de parameter 'Oogstbare hoeveelheid voedsel per tij'. Deze parameter is vogelsoort specifiek. Hij is opgebouwd uit de biomassa en kwaliteit van de groep benthosoorten die onderdeel uitmaken van het dieet van de vogelsoort, en de bereikbaarheid van deze biomassa voor de vogels. Het is dus een parameter waarin de voedseldichtheid, de wadplaathoogte en een reeks vogelsoortspecifieke parameters zijn geïntegreerd. Dit is naderuitgewerkt in paragraaf 2.1.4.

De cascade van diepe bodemdaling tot de instandhoudingsdoelstellingen van de Waddenzee wordt de "effectketen" genoemd. De monitoringdoelstellingen van deze effectketen worden in de onderstaande paragrafen nader toegelicht (§ 2.1.2). Uitgangspunt bij de keuze van de te monitoren en te onderzoeken parameters is dat ze de effectketen volgen of nodig zijn om veranderingen in de oogstbare hoeveelheid voedsel per tij van de wadplaten te kwantificeren. Naar aanleiding van de uitgevoerde evaluatie, het advies van de Auditcommissie m.e.r. en betrokken onderzoekers is de effectketen voor de wadplaten weergegeven zoals gepresenteerd in figuur 2.



Figuur 2: Effectketen wadplaten (vet gedrukt) en de daaraan gekoppelde monitoring en onderzoek (in de kaders). De pijlen geven de koppeling tussen de onderdelen weer. Het areaal droogvallende platen is apart weergegeven omdat dit een apart instandhoudingsdoel is. Het andere instandhoudingsdoel wordt bepaald door de oogstbare hoeveelheid voedsel per tij van het gebied voor een aantal soorten vogels (N2000 doelsoorten).

## **2.1.2 Monitoringdoelstellingen voor de wadplaten**

Doel 1: Stel vast of er sprake is van een nadelige ontwikkeling van het instandhoudingsdoel 'oogstbare hoeveelheid voedsel per tij' voor verschillende Natura 2000 vogelsoorten in de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag.

Doel 2: Stel vast of de onder doel 1 genoemde nadelige ontwikkeling veroorzaakt wordt door, of gecorreleerd is aan daling van de wadplaathoogte in het gebied.

Doel 3: Stel vast of de onder doel 2 genoemde variatie in wadplaathoogte correleert met de mate van diepe bodemdaling. Doe dit door de variatie in wadplaathoogte in Pinkegat en Zoutkamperlaag met andere kombergingen te vergelijken of door binnen deze kombergingen de daling van de wadplaathoogte met de mate van diepe bodemdaling te correleren.

## **2.1.3 Monitoring op basis van een regelmatig grid**

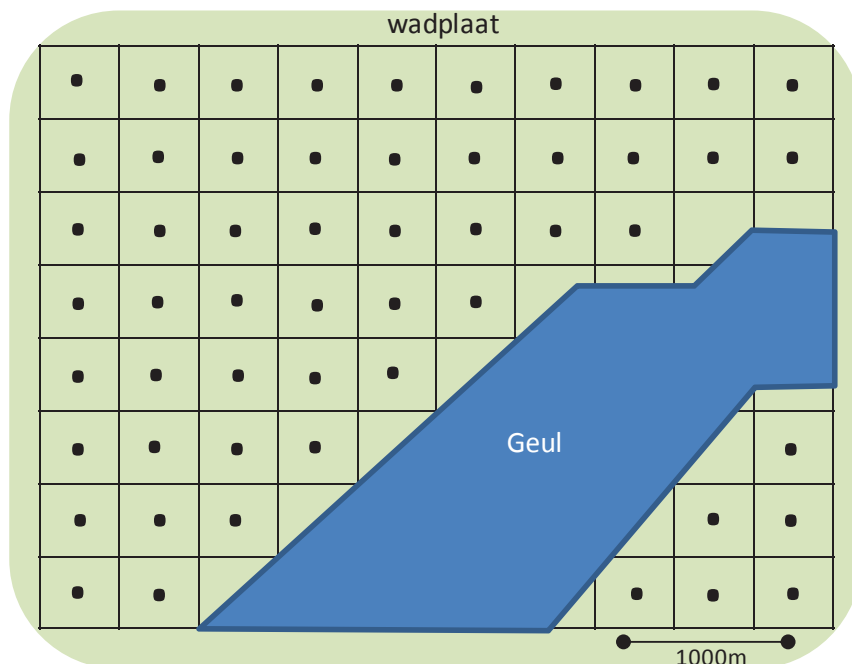
In de evaluatie (ref. 1) wordt aangegeven dat monitoring van deelgebieden nodig is om tot de juiste nauwkeurigheid van meten te kunnen komen en de verschillende variabelen (e.g. sedimentatie en benthos) op dezelfde geografische en temporele schaal te kunnen aggregeren. Een kernvraag hierbij is wat het gewenste schaalniveau moet zijn waarop gemonitourd zou moeten worden, Is het beter te monitoren in deelgebieden waarin de monitoringinspanning wordt geconcentreerd, of prefereren we een regelmatig grid, waarbij de monitoringinspanning gelijkmatig over het onderzoeksgebied wordt verdeeld? In het eerste geval is het mogelijk nauwkeurigere schattingen van het voedselbestand per locatie te maken. Het tweede geval heeft als voordeel dat de steekproefnauwkeurigheid veel groter is.

De betrouwbaarheid waarmee de wadplaathoogte en het voedselbestand gemiddeld over het hele kombergingsgebied bepaald zal worden, hangt af van zowel de variatie tussen deelgebieden als de variatie binnen deelgebieden. Wanneer we de wadplaten in Pinkegat en Zoutkamperlaag opdelen in vakken van 500x500 meter kunnen we verschillende bemonsteringstrategieën hanteren. De eerste optie is dan het bezoeken van een heel beperkt aantal van deze deelgebieden en een groot aantal metingen/monsters per deelgebied te nemen. De tweede optie is alle deelgebieden te bezoeken, maar slechts één steekbuis per deelgebied te nemen. Uit al het eerder onderzoek naar de efficiëntie van benthosbemonsteringen komt naar voren dat de tweede optie te verkiezen valt (Zie bijvoorbeeld 'two-stage sampling' in Thompson, 1992; ref. 8). De reden is dat de bijdrage aan de nauwkeurigheid van de uiteindelijke schatting op conto van de binnen-deelgebied variantie afhangt van het totaal aantal steekbuizen dat genomen wordt (en dat is gelijk voor beide opties), maar dat de bijdrage op conto van de tussen-deelgebied variantie bepaald wordt door het aantal deelgebieden dat bezocht wordt (en dat is bij de tweede optie vele malen hoger). Eerdere studies komen dan ook tot de aanbeveling om zoveel mogelijk deelgebieden te bezoeken met zo weinig mogelijk inspanning per deelgebied (ref. 7 en 9).

Deze overwegingen hebben geleid tot de volgende aanpak:

Het droogvallend wad in Pinkegat en Zoutkamperlaag (boven -50 cm NAP) wordt verdeeld in gridcellen van 500x500 meter (Fig. 3). In iedere gridcel ligt minimaal 1 monsterpunt voor bodemdieren en sedimentsamenstelling. Per gridcel wordt op basis van de LIDAR-data zo nauwkeurig mogelijk de gemiddelde wadplaathoogte berekend. Deze variabelen zijn input voor een ecologisch model dat de oogstbare hoeveelheid voedsel per tij en het areaal geschikt foerageergebied zal schatten. Dit wordt nader toegelicht in paragraaf 2.1.4.





Figuur 3: Schematische weergave van de vergridding van het wad. Uit iedere gridcel wordt minimaal één benthosmonster genomen. Op deze wijze is het droogvallende wad van het Pinkegat en de Zoutkamperlaag bedekt met gridcellen. Per gridcel wordt jaarlijks de gemiddelde wadplaathoogte bepaald.

#### 2.1.4 Parameters voor analyses wadplaten

De parameters die per gridcel (Fig. 3) nodig zijn voor de analyses zijn de wadplaathoogte en de oogstbare hoeveelheid voedsel per tij. De gemiddelde wadplaathoogte wordt per gridcel bepaald aan de hand van LIDAR-opnames §2.2.1. De oogstbare hoeveelheid voedsel per tij is een combinatie van een dieet- en seizoenafhankelijk voedselbestand. Dit bestand wordt geschat op basis van locatiespecifieke metingen (vaste meetpunten op een grid; zie figuur 3) en van vogelsoort specifieke kenmerken. Daarnaast spelen de geografische ligging, de morfologie van de omgeving en de droogvalduur per monsterpunt een rol in het bepalen van deze parameter. In totaal gaat het om de volgende variabelen en kenmerken:

##### Gridcel specifieke variabelen

- Prooidichtheid (voedselbestand)
- Profijtelijkheid (kwaliteit, soortsaamenstelling, conditie)
- Beschikbaarheid (prooidiepte, droogvalduur, ligging t.o.v. geul / HVP)
- Habitatkenmerken (bijvoorbeeld de sedimentsaamenstelling)

##### Vogelsoort specifieke kenmerken

- Dieet
- Functionele respons = de intake rate / digestion rate
- Habitatvoorkeur

De functionele respons in combinatie met de droogvalduur leidt ertoe dat een lokaal voedselbestand (aantal + biomassa per oppervlak) kan worden "vertaald" naar een voedselbeschikbaarheid per getijdenperiode. Dit levert een aantal locaties op waarvoor de dagelijkse voedselbehoefte kan worden gehaald. Dat is feitelijk een areaal. De ontwikkeling van

de grootte van dat areaal is ook een maat waarop de geschiktheid van de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag voor foeragerende doelsoorten kan worden uitgedrukt.

Voor een nader vast te stellen aantal Natura 2000 doelsoorten wordt de bovengenoemde kennis gebruikt als input voor een ecologisch model. Op basis van voortschrijdend inzicht (kennis over vogels en prooidieren) kunnen de berekeningen jaarlijks worden aangepast en elk jaar opnieuw worden berekend voor alle voorgaande jaren. De soortspecifieke modeluitkomst (de oogstbare hoeveelheid voedsel per tij) is een relatieve maat voor de ecologische ruimte per vogelsoort. Deze hoeveelheid is ongeschikt als maat voor de feitelijk beschikbare hoeveelheid voedsel, maar veranderingen erin kunnen wel iets zeggen. Bijvoorbeeld: neemt de droogvallende hoeveelheid kokkels en mossels toe dan verwacht je in het algemeen ook gunstiger condities voor (bijvoorbeeld) overwinterende scholeksters.

Voor de scholekster is de relatie tussen voedseldichtheid en bereikbaarheid uitgewerkt in het simulatiemodel Webtics. In dit model wordt bovendien de relatie gelegd met de voedselbehoefte van de scholekster. Voor de scholekster biedt Webtics de mogelijkheid na te gaan wat de relatieve betekenis is van rijke en arme foerageergebieden die op basis van de oogstbare hoeveelheid voedsel worden gedefinieerd.

### **2.1.5 De temporele variatie in wadplaathoogte**

Bodemdaling door gaswinning is een traag proces met een snelheid die maximaal enkele millimeters per jaar betreft. Belangrijk is of de variatie in wadplaathoogte het gevolg is van diepe bodemdaling is dan ook de snelheid waarmee de verandering optreedt. Bijvoorbeeld in hoeverre de variatie in wadplaathoogte proportioneel is met de mate van diepe bodemdaling in dezelfde periode of met het bodemdalingvolume. Plotselinge veranderingen in wadplaathoogte zijn te verwachten als gevolg van gebeurtenissen zoals zware stormen. Een voorbeeld van het effect van een zware storm op het sedimentatieproces op het wad wordt gegeven in Krol, 2014 (ref. 10) en analoog voor de zeereep van oost Ameland in Slim et al. 2013 (ref. 11). Om de invloed van dergelijke gebeurtenissen aan te kunnen tonen dient de wadhoogte frequent gemeten te worden op verschillende locaties in Pinkegat en Zoutkamperlaag. Alleen op basis van frequente metingen met een voldoende mate van temporele autocorrelatie en een zekere ruimtelijke spreiding kan onderscheid worden gemaakt tussen de invloed van plotselinge (mogelijk tijdelijke) of gestage daling van de wadplaathoogte.

Het frequent meten van de wadplaathoogte wordt gedaan aan de hand van de zogenaamde spijkermetingen (§ 2.2.4). Dit zijn metingen die tot enkele millimeters nauwkeurig de variatie in sedimenthoogte op een locatie kunnen vastleggen. In een aantal van de geselecteerde gebieden (wadplaten) is een onregelmatig grid over deze monsterpunten neergelegd. De verschillende spijkermetingen op een wadplaat geven samen een beeld van de gemiddelde hoogte of hoogteverandering van zo'n wadplaat. Op basis van lopende spijkermetingen is variatie in wadplaathoogte tussen twee opvolgende jaren voor een aantal wadplaten vastgesteld. Hieruit blijkt dat de ontwikkeling van deze platen onderling varieert met een standaard deviatie van ca. 1,3 cm. Uitgaand van een monitoring van 8 wadplaten ligt de detecteerbare effectgrootte (verschil tussen jaren) op <2 cm.

Omdat de spijkermetingen op de stabielere delen van de wadplaten liggen geven ze geen beeld van het erosie/sedimentatieproces op de randen van de platen of andere hoogdynamische delen van het wad. De locaties waar spijkermetingen worden uitgevoerd zijn weergegeven in figuur 6. Dit jaar worden hier de wadplaten Brakzand en op het wad boven Ferwert aan toegevoegd.

### **2.1.6 Vogeltellingen op HVP's**

Vogeltellingen op HVP's in Pinkegat en Zoutkamperlaag spelen een rol in het schatten van de oogstbare hoeveelheid voedsel per tij. Op basis van de vogeltellingen wordt namelijk de

foerageerperiode bepaald. Daarnaast kan per vogelsoort, per HVP, de oogstbare hoeveelheid voedsel worden gecorreleerd aan het aantal vogels per periode. Dit leert ons in hoeverre en voor welke soorten het aantal afhangt van de oogstbare hoeveelheid voedsel. Vogelsoorten waarvan de aantallen een sterke correlatie vertonen met de oogstbare hoeveelheid voedsel zijn gevoeliger voor locale nadelige effecten op hun voedselbron.

### 2.1.7 Wadplaathoogte en diepe bodemdaling

Indien er sprake is van een daling van de wadplaathoogte in Pinkegat en Zoutkamperlaag, dan zal worden beoordeeld of en in hoeverre deze wadplaatdaling met het proces van diepe bodemdaling correleert. Hiervoor wordt bestudeerd of A) er ook sprake is van daling in andere kombergingen in de Waddenzee; B) de oppervlakte daling ruimtelijk correleert met de diepe bodemdaling contouren; C) de oppervlakte daling proportioneel is aan de diepe bodemdaling of veroorzaakte bodemdalingvolume; D) de oppervlakte daling temporeel correleert met een gebeurtenis zoals een zware storm.

- A Vergelijking van de variatie in wadplaathoogte in Pinkegat en Zoutkamperlaag met andere kombergingen in de Waddenzee vindt plaats a.d.h.v. de LIDAR-data van de NAM en RWS. Omdat de LIDAR-metingen van RWS eens per zes jaar verzameld worden, gaat het hier om vergelijkingen over een periode van zes jaar. Deze analyse wordt aan het eind van iedere monitoring- en ladingcyclus uitgevoerd.
- B & C De correlatie tussen de diepe bodemdaling ( $\Delta D_d$ ) en de variatie in wadplaathoogte ( $\Delta h$ ) vindt plaats op basis van waterpassingen die worden uitgevoerd bij de GPS-klusters (Fig. 5). op het moment dat daar ook de diepe bodemdaling wordt bepaald. In deze analyses zal de mogelijke invloed van gebeurtenissen worden onderzocht. Hierbij kan gedacht worden aan de invloed van een zware storm ( $E_t$ ) op de resultaten:  $\Delta D_d \sim \Delta h + E_t + \epsilon$
- D De invloed van gebeurtenissen, zoals een zware storm, kan in beeld worden gebracht aan de hand van de spijkermetingen. Analyse van de spijkermetingen geeft aan in hoeverre de waargenomen daling van de wadplaathoogte onderdeel is van een gestage trend of plotselinge gebeurtenis.

## 2.2 Monitoringonderdelen wadplaten

### 2.2.1 Wadplaathoogte

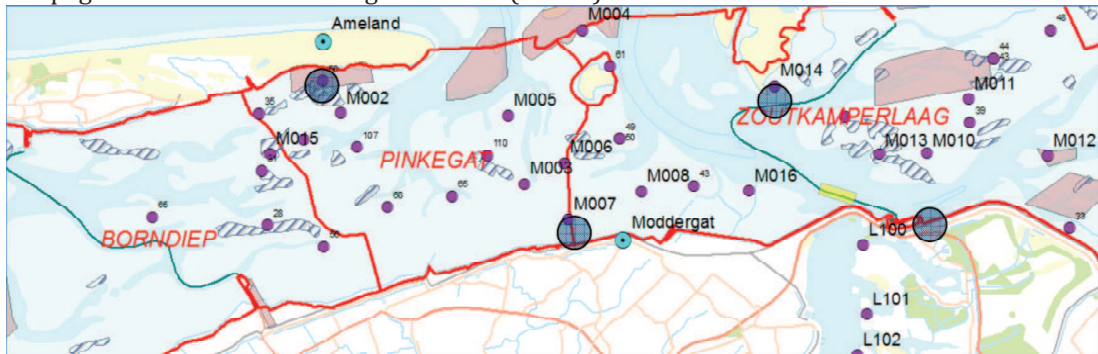
Het doel van de vlakdekkende hoogtemetingen is enerzijds om jaarlijks een goed beeld te krijgen van de ontwikkeling van het areaal wadplaten. Anderzijds wordt per gridcel (Fig. 3) jaarlijks de gemiddelde wadplaathoogte geschat. Omdat de wadplaten als gevolg van getijdenstromen en golfwerking continu onderhevig zijn aan sedimentatie en erosie is het nodig frequenter dan één maal per jaar een meting uit te voeren. Spijkermetingen laten zien hoe gedurende het voorjaar en de zomer sedimentatie dominant is en gedurende het najaar en de winter erosie optreedt (ref. 10). Vlakdekkende hoogtemetingen worden daarom aan het begin van de sedimentatieperiode en aan het begin van de erosieperiode uitgevoerd.

Vlakdekkende hoogtemetingen vinden plaats aan de hand van de best beschikbare techniek. Op dit moment gebeurt dit aan de hand van LIDAR. LIDAR staat voor Laser Imaging Detection And Ranging. Het is een techniek waarbij met laser pulsen de afstand tot een object wordt bepaald. In dit geval gaat het daarbij om de afstand tussen een vliegtuig en de wadplaten (Fig. 4).



Figuur 4: Vluchtlijnen voor het uitvoeren van de LIDAR-opname in Pinkegat en Zoutkamperlaag (geel). De blauwe vluchtlijnen dienen ter controle en kalibratie van de LIDAR-opname. Deze lijnen verbinden vaste reflectiepunten op het land waarvan de hoogte bekend is. Ontleend uit FUGRO rapport ASM11085.

Ter controle van de LIDAR-opnames worden ook op de wadplaten zogenaamde ground-truth surveys uitgevoerd. Dit vindt plaats op vier locaties, parallel aan iedere LIDAR-meting (Fig. 5). Wanneer de LIDAR-opnames de gewenste consistentie bereiken kan met de ground truth metingen op het wad worden gestopt. De controle grids op het land blijven wel nodig voor de absolute plaatsbepaling van de gemeten wadhoogtes. Het protocol voor deze ground truth campagne is te vinden in Piening et al. 2013 (ref. 12).



Figuur 5: Kaart van het onderzoeksgebied. De vier grote, gearceerde stippen zijn de ground truth locaties waar a.d.h.v. RTK-GPS metingen de wadhoogte wordt bepaald. De kleinere blauwe stippen zijn de GPS-kusters op basis waarvan de diepe bodemdaling wordt gemonitord. Naast de GPS-kusters worden op de wadplaten de waterpassingen verricht. Ontleend uit Piening et al. 2013.

## 2.2.2 Satellietbeelden

Radarsatellietbeelden van het wad tijdens de laagwaterperiode kunnen na correctie voor de gemeten waterstand een beeld geven van het areaal droogvallende platen. Opnames bij verschillende waterstanden geven mogelijk ook een beeld van de hoogteverdeling van het areaal. Omdat er gedurende een jaar een groot aantal satellietbeelden beschikbaar is, heeft deze techniek de potentie een representatief jaargemiddelde van het wadplaten areaal te schatten. Bovendien leveren deze opnames een beeld van alle kombergingen in de Waddenzee waardoor veranderingen in Pinkegat en Zoutkamperlaag met de rest van het waddengebied vergeleken kunnen worden. Gedurende de tweede monitoringcyclus wordt de nauwkeurigheid en bruikbaarheid van deze techniek onderzocht en, indien bruikbaar, verder geoptimaliseerd.



### 2.2.3. Lodingcyclus RWS

De morfologische ontwikkeling in de Waddenzee wordt gemonitord in opdracht van Rijkswaterstaat. Deze monitoring wordt de 'lodingcyclus' genoemd. Gedurende een 6-jarige cyclus wordt a.d.h.v. zgn. vaklodingen een hoogte/dieptekaart van de Waddenzee en de Noordzeekustzone gemaakt. In het sublitoraal bestaan vaklodingen uit sonar opnames. De hoogteverdeling van het litoraal wordt a.d.h.v. LIDAR-opnames bepaald (zie paragraaf 2.1.1.1). Dit resulteert in een hoogtekaart voor iedere komberging eens per 6 jaar. Van deze monitoring is een historische dataset beschikbaar op basis waarvan de historische dynamiek kan worden bestudeerd. Vergelijking van de variatie in de geomorfologie in kombergingen onder invloed van bodemdaling met de ontwikkeling van de andere kombergingen in de Waddenzee, maakt inzichtelijk of de aangetroffen variatie binnen het Pinkegat en de Zoutkamperlaag valt binnen de natuurlijke dynamiek.

### 2.2.4 Spijkermetingen

Spijkermetingen zijn metingen waarbij een zogenaamd grondanker in de wadbodem wordt geplaatst op ca. 1m diepte. Aan dit anker is een lijntje bevestigd met aan het eind een labeltje. De afstand tussen het sedimentoppervlak en het labeltje wordt bepaald met een liniaal. Op deze wijze kan de lokale variatie in wadplaathoogte op enkele millimeters nauwkeurig worden gemonitord. Spijkermetingen worden 5x per jaar uitgevoerd een aantal wadplaten (Fig. 6). Het aantal metingen per wadplaat varieert van 19 en 18 onder de oostpunt van Ameland en Paesens tot ca. 7 op de andere locaties.



Figuur 6: locaties waar spijkermetingen worden uitgevoerd. De gele cirkels zijn indicatief voor de ligging van de bodemdalingcontouren (diepe bodemdaling). Ontleend uit Krol 2014 (ref. 10).

### 2.2.5 Waterpassingen op de wadplaten

Sinds 2010 worden nabij de GPS clusters terrestrische maaiveldmetingen uitgevoerd. Hierbij is een grid uitgezet van 9x5 punten of 7x5 punten, welke op een onderlinge afstand van 5m liggen. De horizontale positie wordt met GPS bepaald, terwijl de maaiveldhoogte middels waterpassing wordt verkregen. Hiervoor wordt de hoogte van de GPS-peilmerken als referentie gebruikt om te komen tot een NAP-hoogte van de gridpunten op het maaiveld. Daar waar de bodem zacht is (slib) wordt de meetbaak voor waterpassing voorzien van een brede voet, zodat deze niet kan wegzakken in het zand van de wadplaat. De nauwkeurigheid van de waterpassing voor deze relatief korte afstanden is ~1mm. Afhankelijk van de gesteldheid van de bodem, zal de absolute nauwkeurigheid per meetpunt < 1cm bedragen.

### 2.2.6 Bodemdiereninventarisatie

Bodemdieren worden geïnventariseerd aan de hand van puntmonsters op droogvallende platen. Deze bemonstering wordt uitgevoerd op een 500x500 meter grid en vormt de basis van

de in paragraaf 2.1.4 beschreven data-analyse. Indien mogelijk wordt voor dit monitoringonderdeel aansluiting gezocht bij een lopende Waddenzeebrede bodemdiereninventarisatie. Dit biedt de mogelijkheid de variatie in Pinkegat en Zoutkamperlaag met andere kombergingen te vergelijken. De kombergingbrede bodemdiereninventarisatie vindt plaats in de zomer.

Naast deze puntbemonstering (Fig. 3) wordt het aandeel mossel/oesterbanken aan gridcellen toegekend. Deze biogenestructuren worden reeds gekarteerd en bepalen in sterke mate wat de oogstbare hoeveelheid per tij is voor een deel van de Natura 2000 doelsoorten.

De essentie van de bodemdierenmonitoring is het schatten van het voedselbestand voor vogels. Het inventariseren van de "macrofauna" op soortniveau is daarbij niet altijd noodzakelijk. In dit monitoringprogramma wordt de focus gelegd op diëten van vogelsoorten. Hiervoor wordt het volgende taxonomische niveau aangehouden.

- 1) Schelpdieren. Bivalvia worden daarbij op soortniveau gedetermineerd. Bovendien wordt per soort een grootteklasse verdeling gemaakt. Gastropoda worden op familieniveau gedetermineerd. Per taxonomische eenheid wordt de biomassa vastgesteld.
- 2) Wormen. Polychaeta worden minimaal op familieniveau gedetermineerd. Per taxonomische eenheid wordt de biomassa bepaald.
- 3) Kreeftachtigen. Crustacea worden op familieniveau gedetermineerd. Per taxonomische eenheid wordt de biomassa bepaald. Voor krabachtigen met een schildbreedte groter dan 20mm wordt de biomassa apart bepaald. Sessiele crustacea, zoals bijvoorbeeld zeepokken, kunnen buiten beschouwing worden gelaten.

Net als voor de kreeftachtigen en schelpdieren kan het nuttig zijn om wormen in grootteklassen te onderscheiden. Als onderdeel van een studie naar de gebiedspecifieke dieetwensen (en andere kenmerken) van vogelsoorten zal dit jaar een keuze worden gemaakt over het detailniveau waarop het voedselbestand zal worden gemonitord.

### **2.2.7 Vogeltellingen op HVP's**

Voor de vogeltellingen op de HVP's in Pinkegat en Zoutkamperlaag wordt aansluiting gezocht bij de bestaande monitoring die door SOVON wordt gecoördineerd. Op Ameland zijn deze tellingen uitgebreid met als doel de piekperiode en -aantallen goed te kunnen schatten. Ook voor de HVP's bij het Paezummerwad zullen deze metingen om dezelfde reden tijdens de voor- en najaartrek met enkele tellingen worden uitgebreid.

## **3 KWELDERS**

De habitattypen *Pionierbegroeiingen* H1310 en *Schorren en zilte graslanden* H1330 vormen de kwelders van de Waddenzee. Het doel van het beheer van deze kwelders is de diversiteit in de geomorfologie en de kweldervegetatie met alle successiestadia te behouden en te ontwikkelen. De natuurlijke ontwikkeling (successie) van de kwelder leidt echter tot veroudering en verruiging van deze habitats als gevolg van opslibbing, ontwikkeling van vegetatie en verlanding. Om deze ontwikkeling tegen te gaan worden kwelders beweid met schapen, paarden en koeien en wordt de morfologie van kwelders aangepast zodat de zee periodiek het gebied kan blijven overspoelen.

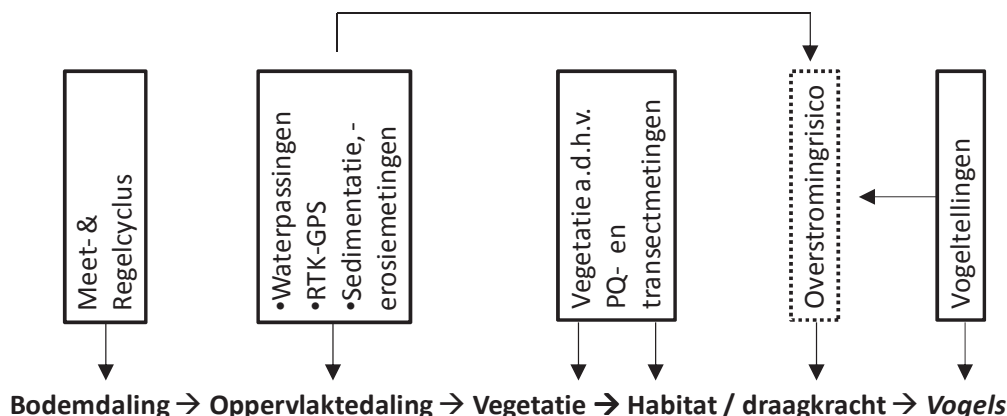
### **3.1 De Peasemerlannen**

Ook onder de kwelder vindt bodemdaling plaats. Als de kwelder mee daalt kan dit tot veranderingen in de hydrologie (drainage) en de overstromingfrequentie leiden. Uit de monitoring van de sedimentatie op de vaste land kwelders blijkt dat de sedimentatiesnelheid gemiddeld groter is dan de bodemdaling die optreedt als gevolg van gaswinning. Alleen op de



hoge kwelder onder Ameland heeft bodemdaling duidelijk geleid tot vernatting. Tot dusver blijkt dat bodemdaling geen nadelige effect op de ontwikkeling van de kwelder heeft. Locale regressie van de kwelder van Ameland draagt bij aan het natuurlijk kwelderbeheer. Wat onzeker is, is of er door bodemdaling in de loop der jaren een toename van het overstromingsrisico voor nesten in de broedperiode zal optreden.

De monitoring van de invloed van bodemdaling op de Paezummlannen vindt plaats a.d.h.v. een effectketenbenadering (Fig. 7), waarbij een deel van de Groninger kwelder die niet onder invloed staat van diepe bodemdaling als referentiegebied wordt bestudeerd.



Figuur 7: Effectketen kwelder (vet gedrukt) en de daaraan gekoppelde monitoringonderdelen (in de kaders). Het gestippelde kader "overstromingsrisico" wordt berekend uit de metingen voor oppervlakedaling en niet apart gemeten. De pijlen geven de koppeling tussen de onderdelen weer. De schakels "Habitat / draagkracht" vormen de instandhoudingsdoelen.

De studie concentreert zich op de vraag of diepe bodemdaling meetbaar is aan het oppervlak, of in hoeverre de sedimentatie (opslibbing) de bodemdaling compenseert. Netto daling van het maaiveld wordt op dit moment alleen verwacht op een deel van de hoger gelegen zomerpolder (ref. 13).

### 3.2 Metingen en analysestrategie

Op de kwelder wordt twee keer per jaar de opslibbing gemeten op vaste punten (§ 3.3). Na correctie voor bodemdaling wordt zo de hoogteontwikkeling van de kwelder gemonitord. Deze hoogteontwikkeling wordt ruimtelijk gecorreleerd met de veranderingen die in de vegetatie optreden. Veranderingen in de vegetatie worden gemonitord in permanente kwadraten die over de kwelder verspreid liggen (Fig. 8). In de kwadraten zijn kleine veranderingen in de vegetatie waarneembaar omdat er op soortniveau gemonitord wordt. Eens per 6 jaar wordt de vegetatie op de gehele kwelder gekarteerd met als doel vast te stellen hoe veranderingen in de permanente kwadraten doorwerken naar het areaal beschermde habitats en habitats voor Natura 2000 doelsoorten.

### 3.3 Kwelderhoogte en klifvorming

De natuurlijke opslibbing van de kwelder kan voldoende zijn om de zeespiegelstijging en de bodemdaling bij te houden. De opslibbing op de kwelders wordt gemeten a.d.h.v. zogenaamde SEB-metingen. SEB-meting staat voor Sedimentatie-Erosie-Balkje-metingen. Deze metingen hebben dezelfde nauwkeurigheid als de eerder besproken spijkermetingen. De SEB-metingen zullen de komende monitoringcyclus 2x per jaar worden uitgevoerd. Inmiddels is een deel van de SEB-constructies aan onderhoud/vervanging toe. In 2013-2014 zal een groot deel van dit onderhoud worden uitgevoerd.

Kliferosie wordt jaarlijks gemeten a.d.h.v. RTK-GPS-metingen. Momenteel is dit lastig omdat de groeiende kwelder geen klif heeft, maar sprake is van een geleidelijke overgang tussen wadplaat en kwelder.



Figuur 8: Overzicht van de permanente quadranten in de kwelder Peasemerlannen. Ontleend uit van Duin (2014), ref. 13.

### 3.4 Kweldervegetatie

Voor het monitoren van kweldervegetaties is aansluiting gezocht bij bestaande monitoringprogramma's van IMARES en RWS, waarmee de ontwikkelingen van de vegetaties en habitats in de tijd (trends) in beeld kunnen worden gebracht.

De ontwikkeling van de kwelders in de bodemdalinggebieden wordt bestudeerd aan de hand van de vegetatieontwikkeling in permanente kwadranten en vergeleken met kwadranten op kwelders in referentiegebieden. Deze referentiekwadranten zijn onderdeel van de lopende kweldermonitoring van Rijkswaterstaat.

De combinatie van een lage bodemdalingsnelheid en hoge natuurlijk opslibbing op de Peasemerlannen heeft nog niet tot maaivelddaling geleid. Ook de komende monitoringcyclus wordt geen sterke bodemdaling verwacht en is een verandering in de kweldervegetatie als gevolg van bodemdaling onwaarschijnlijk. In dit monitoringprogramma wordt daarom voorgesteld de vegetatiemonitoring eens per twee jaar uit te voeren. Omdat de SEB-metingen en hoogtemetingen frequenter worden uitgevoerd kan in response op onverwacht sterke daling of opslibbing (> 5 cm) tot een extra vegetatieopname worden overgegaan.

### 3.5 Broedvogels en overstromingrisico

Uit de evaluatie van de monitoring 2007-2012 blijkt dat er een zwakke, onduidelijke koppeling is tussen broedvogels op de kwelder en de rest van de effectketen. Daarnaast blijkt uit onderzoek dat diepe bodemdaling onder de Peasemerlannen de komende jaren nog niet gaat bijdragen aan het overstromingrisico van nesten (ref. 5). Er is in 2013 een onderzoek gestart naar de mate waarin het overstromingrisico voor nesten op de meetbaar gedaalde kwelder van Ameland is toegenomen. De uitkomst van dit onderzoek wordt verwacht in 2015. Voor vervolgonderzoek van het overstromingrisico op de Peasemerlannen wordt eerst de uitkomsten van dit onderzoek afgewacht. Monitoring van de broedvogelaantallen op de Peasemerlannen wordt door vrijwilligers uitgevoerd en gecoördineerd door SOVON. Aan het eind van deze monitoringcyclus zal de ontwikkeling van de broedvogels op de Peasemerlannen

a.d.h.v. trendspotter analyses worden gerapporteerd in relatie tot ontwikkeling in vegetatie en beheer.

### **3.6 Kwelderbeheer**

De zomerpolder in de Peasemerlanden wordt beweid. Voor de lager gelegen kwelder geldt dat nog niet. Binnenkort wordt er gestart met het beweiden van de Groninger kwelder die als referentiegebied voor de Peasemerlanden wordt gebruikt. Dit leidt waarschijnlijk tot grote veranderingen in de vegetatie, waardoor de opgebouwde meetreeks verstoort wordt. Met de betrokken onderzoekers is bediscussieerd of de onderzoekvakken en transecten op de Groninger kwelder moeten worden afgeschermd. Uit de discussie kwam naar voren dat het beter is om het aantal referentiekwelders uit te breiden. Het idee hierachter is dat geen enkele referentie kwelder volledig representatief zal zijn voor de Peasemerlanden. Voor de hand liggende additionele referentiekwelders zijn de Julianapolder en de Negenboerenpolder. De Julianapolder zijn geen plannen voor toekomstige beweiding. Voor de Negenboerenpolder wel. Van beide kwelders zijn meetreeksen voor vegetatie en sedimentatie opgebouwd. In 2014/15 wordt de bruikbaarheid van deze kwelders geëvalueerd en gerapporteerd.

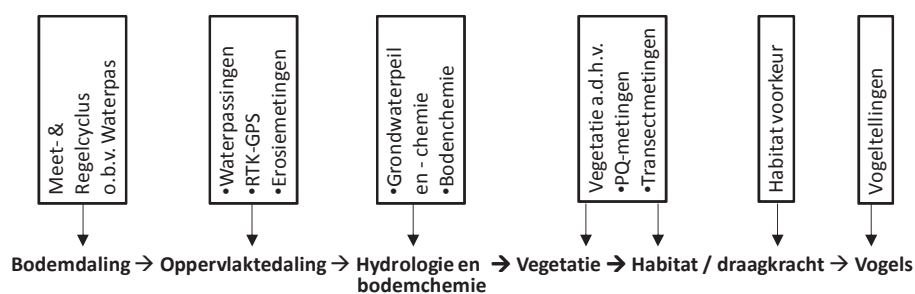
## **4 LAUWERSMEERGEBIED**

### **4.1 Monitoring en instandhoudingsdoelen**

De mogelijke effecten van gaswinning in het Lauwersmeergebied beperken zich tot effecten van bodemdaling. Het Lauwersmeer is een binnendijks gebied waar geen opslibbing plaatsvindt en bodemdaling van het maaiveld meetbaar is. Door de groei van vegetatie treedt wel verlanding op waardoor water overgaat in moeras en moeras in land. In het Lauwersmeergebied vindt actief beheer plaats om deze verlanding tegen te gaan of zelfs terug te draaien. Enkele polders zijn dieper gemaakt en hebben een kunstmatig waterpeilbeheer waardoor struweellandschap weer plaats maakt voor moeras en open water. Het uiteindelijke doel van bovengenoemde beheermaatregelen is de avifauna te beïnvloeden. Dit speelt o.a. in het deelgebied Ezumakeeg, het gebied waar ook de meeste bodemdaling zal optreden als gevolg van de Anjum-winning sinds 1997.

Naast een intensief beheer kent het gebied ook een zeer dynamisch waterpeil met veranderingen in waterhoogte tot 1 meter. Dit maakt dat naast het meer gelegen graslanden periodiek onder water staan. De randen van de platen en lobben in het gebied zijn hierdoor onderhevig aan erosie. Omdat het Lauwersmeer voor de afsluiting van de Lauwerszee een brede geul was met wadplaten en kwelders is het gebied nog steeds in verandering van zout naar zoet. In het gebied worden door lokaal brakke omstandigheden nog enkele zeldzame vegetatietypen gevonden.

Omdat het Lauwersmeer alleen als vogelrichtlijngebied is aangewezen zijn in het aanwijzingbesluit alleen instandhoudingsdoelstelling voor vogelsoorten opgenomen. Deze doelstellingen luiden dat activiteiten niet mogen leiden tot een afname van de draagkracht van het gebied voor een bepaald aantal vogels of broedparen per soort (Tab. 1 en 2). De mogelijke doorwerking van bodemdaling door gaswinning op het ecosysteem wordt bestudeerd a.d.h.v. een effectketen zoals weergegeven in figuur 8.



Figuur 8: Effectketen Lauwersmeergebied (vet gedrukt) en de daaraan gekoppelde monitoringonderdelen (in de kaders). De pijlen geven de koppeling tussen de onderdelen weer. De schakels "Habitat / draagkracht" vormen de instandhoudingsdoelen.

In de effectketen wordt verondersteld dat de draagkracht van het gebied voor Natura 2000 doelsoorten wordt bepaald door de vegetatie. Daarnaast zijn ook andere, bijvoorbeeld voedsel gerelateerde gebiedkenmerken van belang. In tabel 1 en 2 zijn de vogelsoorten die in het gebied worden waargenomen opgedeeld in groepen op basis van habitatvoorkeur. De broedvogels zijn gegroepeerd op basis van een vegetatietype. De niet-broedvogels op basis van hun voedselvoorkeur of foerageergebied. Van de zeer geringe bodemdaling in het Lauwersmeergebied worden geen effecten verwacht op aquatische organismen. Ook zal, door het eroderen van de platen en de afwezigheid van getijdenstroming het meer alleen maar ondieper worden. De focus in dit monitoringprogramma ligt daarom op de terrestrische vegetatie. Daarnaast wordt er langs enkele transecten gekeken naar de ontwikkeling in de muizenpopulatie. Muizen zijn gevoelig voor vernatting en vormen een belangrijke voedselbron voor o.a. de bruine kiekendief.

Tabel 1: Indeling broedvogels naar habitatvoorkeur, op basis van het vegetatietype. Vet-gedrukt zijn de Natura 2000 doelsoorten, aangevuld met niet-doelsoorten. De tabel is afgeknipt op 5 soorten. In werkelijkheid zijn de meeste groepen groter. Zo bestaat de groep onder "waterriet" uit 18 soorten.

| structuurtypen             | Waterriet         | Droog riet               | Droge ruigte   | Grasland-open          | Kale grond              |
|----------------------------|-------------------|--------------------------|----------------|------------------------|-------------------------|
|                            |                   | Natte ruigte             | Open struweel  | Grasland-open en brak  | Zilte pioniervegetaties |
|                            |                   | Droge ruigte             | Dicht struweel | Grasland-hoger opgaand | Zoete pioniervegetaties |
| <b>N2000-soorten = vet</b> | <b>Roerdomp</b>   | <b>Grauwe Kiekendief</b> | <b>Paapje</b>  | <b>Kemphaan</b>        | <b>Kluut</b>            |
|                            | Bruine Kiekendief | Velduil                  | Koekoek        | Kluut                  | Bontbekplevier          |
|                            | Porseleinhoen     | Blauwborst               | Boompieper     | Zometertaling          | Noordse Stern           |
|                            | Snor              | Rietzanger               | Winterkoning   | Slobeend               | Scholekster             |
| soort                      | Dodaars           | Blauwe Kiekendief        | Heggenmus      | Scholekster            | Strandplevier           |

Tabel 2: Indeling niet-broedvogels naar voedselvoorkeur of foerageergebied. Vet-gedrukt zijn de Natura 2000 doelsoorten, aangevuld met niet-doelsoorten. De tabel is afgeknipt op 8 soorten.

| voedsel                    | vis          | zoetwater-<br>mosselen | benthos slik/<br>ondiep water | (kleine) zoogdieren /<br>(zang)vogels | wormen<br>grasland | gras           | fonteinkruiden      | akkers             |
|----------------------------|--------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------|----------------|---------------------|--------------------|
| <b>N2000-soorten = vet</b> | <b>Fuut</b>  | <b>Kuifeend</b>        | <b>Bergeend</b>               | <b>Zeearend</b>                       | <b>Goudplevier</b> | <b>Kolgans</b> | <b>Kleine Zwaan</b> | <b>Wilde Zwaan</b> |
|                            | Aalscholver  | Meerkoet               | Pijlstaart                    | Bruine Kiekendief                     | Grutto             | Dwerggans      | Tafeleend           | Toendrarietgans    |
|                            | Lepelaar     |                        | Slobeend                      | Blauwe Kiekendief                     | Wulp               | Grauwe Gans    | Knobbelzwaan        |                    |
|                            | Nonnetje     |                        | Brieduiker                    | Grauwe Kiekendief                     | Scholekster        | Brandgans      |                     |                    |
|                            | Reuzenster   |                        | Kluut                         | Flavik                                | Kievit             | Smient         |                     |                    |
|                            | Dodaars      |                        | Bontbekplevier                | Sperwer                               | Kemphaan           | Krakeend       |                     |                    |
|                            | Fuut         |                        | Zwarte Ruiter                 | Buizerd                               | Watersnip          | Wintertaling   |                     |                    |
|                            | Geoorde Fuut |                        | Kleine Strandloper            | Ruigpootbuizerd                       | Regenwulp          | Wilde Eend     |                     |                    |

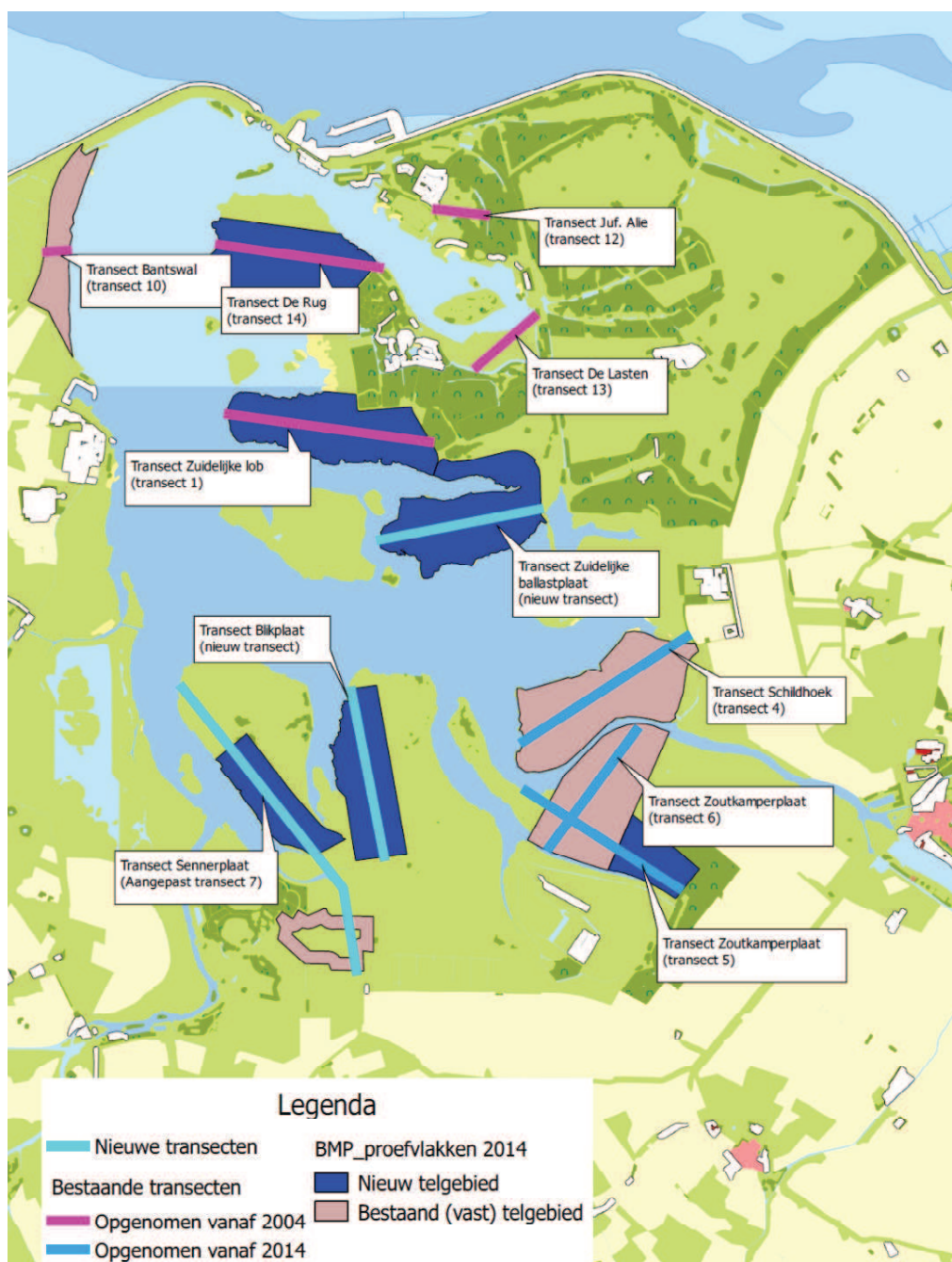
## 4.2 Meet- en analysestrategie

De monitoring van het Lauwersmeergebied bestaat uit de volgende onderdelen: diepe bodemdaling, maaiveldhoogte, grondwaterstanden, grondwaterchemie, bodemchemie, weersomstandigheden, meerpeil, vegetatie op soortniveau, vegetatie op structuurtype niveau, vogels en muizen. Het doel is vast te stellen in hoeverre er sprake is van een nadelige ontwikkeling van de draagkracht van het gebied voor Natura 2000 doelsoorten (vogels). Omdat een effect van bodemdaling alleen op het land meetbaar zal zijn is draagkracht hier vertaald naar beschikbare vegetatiestructuur op te nestelen en te foerageren. Daarnaast wordt er ook naar muizen als voedselbron voor roofvogels gekeken. In het beantwoorden van de onderzoeksvraag staat de ontwikkeling van de vegetatie centraal. De hieraan te grondslag

liggende analyse kan in twee blokken worden verdeeld. In het eerste blok wordt de vegetatieontwikkeling in permanente kwadraten op soortniveau geanalyseerd als functie van het meerpeil, de oppervlakte daling, het weer en het beheer. In het tweede blok wordt gekeken in hoeverre de in blok 1 aangetroffen effecten zich doorvertalen op gebied niveau en hoe Natura 2000 doelsoorten daarop reageren. Hiervoor wordt de ontwikkeling van de vegetatiestructuur, gemeten langs zeer brede transecten, geanalyseerd en ruimtelijk gecorreleerd met eerder genoemde variabelen (zie bijlage 2).

De meeste monitoringonderdelen worden jaarlijks gemeten. De reden hiervoor is dat de invloed van het weer en meerpeil op de vegetatie alleen kan worden vastgesteld a.d.h.v. deze meetfrequentie. De vegetatiestructuur langs transecten en de diepe bodem- en maaiveld daling worden eens in de drie jaar vastgesteld. Frequentere metingen leiden niet tot aanvullende informatie.

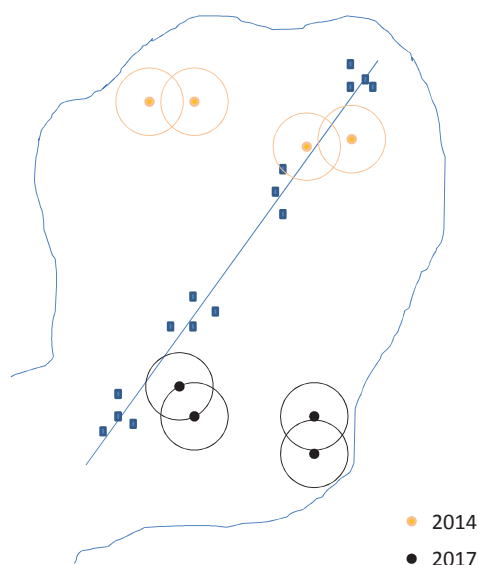




Figuur 9: Monitoringprogramma voor het Lauwersmeergebied. De rechte lijnen zijn de transecten waarlangs de vegetatie wordt gemonitoord. Langs de transecten liggen de permanente kwadraten en de peilbuizen. Deze zijn niet op deze kaart weergegeven. De contouren vormen de vogeltelgebieden.

In dit nieuwe monitoringprogramma is de monitoring uitgebreid naar het zuidelijk deel van het Lauwersmeergebied. Daarnaast is voor overlap gezorgd tussen alle monitoringonderdelen (Fig. 9). Langs de in figuur 9 gepresenteerde transecten liggen de permanente kwadraten waarin de vegetatie op soortniveau wordt gemonitoord. Bij deze kwadraten zijn of worden peilbuizen geplaatst en worden bodemonsters genomen (Fig. 10). Tevens wordt per lob of plaat het beheer gemonitoord, waardoor inzichtelijk wordt wat voor beheer in welke periode van het jaar heeft plaatsgevonden.





Figuur 10: Hypothetisch voorbeeld van de koppeling tussen de vegetatiemonitoring en de broedvogelkartering voor een plaat of lob in het Lauwersmeergebied (contour). De rechte lijn met de vierkantjes symboliseren het transect en de PQ's ten behoeve van de vegetatiemonitoring. Bij de PQ's liggen de peilbuizen. Deze zijn niet in dit voorbeeld weergegeven. De cirkels vormen de territoria van een bepaalde vogelsoort met de stip als centrum, hetgeen ook het nest kan zijn. In dit voorbeeld zijn de groene territoria in 2014 bepaald, terwijl deze in 2017 naar het zuidelijk deel van deze plaat zijn verplaatst. Per plaat kan zo bekeken worden of de variatie in de vegetatie en de verspreiding van de territoria of nesten correleren. Wanneer voor meerdere platen/ lobben vergelijkbare correlaties worden aangetroffen is er sprake van een causaal verband.

De deelgebieden (lobben of platen) in het gebied kunnen als statistische eenheden worden gezien. In een aantal gevallen kunnen deelgebieden verder worden onderverdeeld in meerdere blokken. Alle relevante deelgebieden die beschikbaar zijn, zijn onderdeel van het nieuwe monitoringprogramma waardoor de steekproef optimaal is. Het aantal “waarnemingen” kan in de ruimte niet veel verder worden uitgebreid. We gaan er vanuit dat we met dit nieuwe monitoringprogramma een optimaal monitoringprogramma voor het Lauwersmeergebied hebben neergezet. De power van het programma kan verder worden verhoogt door het kiezen van relatief stabiele variabelen (vogelsoorten of soortgroepen. Tabel 1 en 2 zijn daar een voorbeeld van. Deze groepen kunnen in de toekomst worden bijgesteld op basis van voortschrijdend inzicht. De Invulling hiervan zal ook deels uit de eerste analyses moeten blijken.

### 4.3 Monitoringonderdelen Lauwersmeergebied

In de onderstaande paragrafen worden de afzonderlijke monitoringonderdelen besproken. Voor de metingen en analyses die plaatsvinden om het ruimtelijke en temporele verloop van de diepe bodemdaling in kaart te brengen wordt verwezen naar het meet- en regelprotocol (2007).

#### 4.3.1 Ontwikkeling maaiveldhoogte

Bij de permanente meetkwadraten waarin de ontwikkeling van de vegetatie wordt gemonitord, wordt eens in de drie jaar de maaiveldhoogte bepaald. Dit gebeurt a.d.h.v. RTK-GPS-metingen of waterpassingen. Tevens zullen op een aantal platen SEB-metingen worden

uitgevoerd. De reden hiervan is dat als gevolg van de dynamiek in het meerpeil erosie van delen van platen wordt vermoed.

#### **4.3.2 Grondwaterpeil en –chemie**

Bodemdaling in het Lauwersmeergebied kan er voor zorgen dat een groter deel van het brakke grondwater het maaiveld bereikt. Anderzijds kan aan de rand van het meer laaggelegen grasland vernatten. Voor het bestuderen van de vernatting en verzilting wordt peilbuismonitoring uitgevoerd. Hiervoor is aangesloten bij de monitoring zoals die is ingezet door TNO in 2005 en 2006 in opdracht van de BodemdalingScie Friesland en in overleg met het Waterschap Friesland. Daarbij wordt gebruik gemaakt van bestaande meetnetten (Data en Informatie Nederlandse Ondergrond ofwel DINO-loket; netwerk van peilbuizen), uitgebreid met nieuwe meetpunten. In de peilbuizen wordt het waterpeil, de waterdruk en het zoutgehalte van het oppervlakte- en grondwater bepaald. Aan de hand van de gegevens worden de ontwikkelingen in het oppervlakte- en grondwater gevolgd in de tijd en ruimte. Naast bestaande peilbuizen worden peilbuizen gemonitord die bij de permanente kwadraten, langs de transecten worden geplaatst. In de effectketen vormen de peilbuismetingen de koppeling tussen bodemdaling/ maaiveldhoogte en de stapeling van organische stof / ontwikkeling van de vegetatie.

#### **4.3.3 Bodemradar**

Met als doel de ruimtelijke gradiënten in het zoutgehalte van het grondwater goed in beeld te krijgen willen we de komende periode gaan experimenteren met bodemradar opnames. Het idee hierachter is dat op basis van meer gedetailleerde informatie beter voorspeld kan worden waar langs de transecten veranderingen door bodemdaling kunnen optreden. Over de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van een bodemradarsysteem voor dit doel is nog weinig bekend (ref. 6).

#### **4.3.4 Stapeling van organisch materiaal**

Veranderingen in het grondwaterpeil en –chemie kunnen ertoe leiden dat plantenresten niet langer afgebroken worden en er accumulatie van organisch materiaal optreedt. Deze veranderende bodemsamenstelling kan een effect hebben op de vegetatie. Het monitoren van de bodemchemie is een stap tussen veranderingen in het grondwaterpeil en –chemie en de vegetatie. Een extra schakel in de effectketen die helpt om het proces achter eventuele veranderingen te achterhalen/ interpreteren. De stapeling van organische stof wordt bij de permanente kwadraten eens in de drie jaar gemonitord.

Uit de reeds uitgevoerde monitoring bleek dat op een aantal locaties een hoog percentage organischestof uit de toplaag van de bodem verdween. Onderzoekers gaven aan dat dit mogelijk door erosie werd veroorzaakt. Als tijdens het spuien het water van overstroomde plaatdelen stroomt, erodeert de toplaag en spoelt organische stof naar het meer. Op een aantal locaties worden SEB-opstellingen geplaatst met als doel deze erosie te bepalen en te onderscheiden van bodemdaling door gaswinning (§ 4.3.1).

#### **4.3.5 Vegetatie-opnames PQ's en transecten**

Op basis van de samenstelling van de vegetatie kan in het Lauwersmeergebied een aantal vegetatie(structuur)typen worden onderscheiden. Bodemdaling kan leiden tot veranderingen in de verhouding tussen deze vegetatietypen. Ook kunnen de lokaal aanwezige zilte vegetaties door bodemdaling worden beïnvloed. Deze zilte vegetaties bestaan door de aanwezigheid van brak kwelwater. Het idee is dat de invloed van brak grondwater onder invloed van bodemdaling een belangrijkere rol gaat spelen. De vegetatie in het Lauwersmeergebied wordt op twee schaalniveau's gemonitord.

- Permanente kwadraten
- Transectmetingen

### **Permanente kwadraten**

Vegetatieopnames vinden plaats aan de hand van permanente kwadraten die langs transecten in het Lauwersmeergebied zijn gesitueerd. Voor het monitoren van vegetaties is aansluiting gezocht bij bestaande monitoringprogramma's van A&W en SBB waarmee de ontwikkelingen van de vegetaties en bijbehorende habitats in de tijd en ruimte in beeld kunnen worden gebracht.

In de permanente kwadraten wordt per plantsoort de aanwezigheid en bedekking geschat. Hierdoor is het in de kwadraten in een vroeg stadium zichtbaar als bepaalde soorten opkomen of verdwijnen. Wanneer dat geobserveerd wordt, wordt voor deze soorten (indien relevant voor de vegetatiestructuur) de verspreiding in de transectmonitoring meegenomen. Het gaat hierbij om soorten of groepen soorten die de draagkracht van het gebied voor broedvogels kunnen beïnvloeden. Typische voorbeelden hiervan zijn riet, kruipwilg, grassen, etc.. Naast veranderingen in de mate van aanwezigheid worden ook de hoogte van de vegetatie en de ruimtelijke structuur bepaald (zie voorbeeld onder doel 2 in bijlage 2).

### **Transectmetingen**

Transectmetingen zijn karteringen van vegetatiestructuurtypen en typerende soorten (zie hier boven) die bedoeld zijn om veranderingen in permanente kwadraten ruimtelijk te kwantificeren en te koppelen aan veranderingen in de Natura 2000 doelsoorten. Als bodemdaling tot verschuivingen in vegetatiepatronen leidt, zullen deze vooral loodrecht op de dalingscontouren zichtbaar zijn en in de gekozen transecten tot uiting komen. De transectmetingen worden eens in de drie jaar uitgevoerd.

### **4.7 Vogel- en muizenstand van het Lauwersmeergebied**

Het Lauwersmeergebied is een vogelrichtlijngebied. Binnen het kader van de effectketenbenadering worden jaarlijks de broedvogelaantallen gemonitord. Dit vindt plaats in telgebieden die strategisch over de bovengenoemde transecten zijn geplaatst waarlangs ook de ontwikkeling in vegetatiestructuur (habitat) wordt gemonitord (Fig. 10). Voor de broedvogels worden territoria ingemeten a.d.h.v. 8 veldbezoeken in de broedperiode. Voor de niet-broedvogels is aansluiting gezocht bij het lopende monitoringprogramma van SOVON.

De vogelmonitoring is van belang om de relatie tussen het beschikbaar habitat en het bezette habitat te schatten. Als blijkt dat deze overeen komen, dan leidt een vermindering van het habitatareaal (in dit geval vegetatiestructuurtype) tot een afname van de draagkracht van het gebied voor een doelsoort (of groep). Ook de bezetting van het areaal beschikbaar habitat door andere soorten is daarbij van belang.

Roofvogels in het gebied hebben belang bij een omvangrijke muizenpopulatie. Deze muizen leven in de bodem en zijn gevoelig voor schommelingen in het grondwater- en meerpeil. In de tweede monitoringcyclus zal gestart worden met het monitoren van de muizenpopulatie.

## **5. OVERLEGSTRUCTUUR en COMMUNICATIE MONITORINGRESULTATEN.**

Het monitoringprogramma 2014-2019 geldt voor de komende 6 jaar. In 2020 vindt de volgende uitgebreide methodologische evaluatie van de monitoringgegevens plaats. Aanpassing van het monitoringprogramma (in omvang en frequentie) op basis van deze tussenrapportages en adviezen van de Auditcommissie m.e.r. blijft mogelijk.

Jaarlijks zullen de monitoringresultaten door alle betrokken onderzoekers tezamen worden bediscussieerd, waarna door de groep een integrale, kwantitatieve analyse wordt opgesteld

a.d.h.v. de effectketen en rekening houdend met de instandhoudingsdoelen. Dit zal voor de onderdelen wadplaten, kwelder en Lauwersmeer afzonderlijk gebeuren. Het geheel wordt gerapporteerd aan het bevoegd gezag. Voorafgaande aan de rapportage zullen de resultaten worden besproken met de Commissie monitoring waddengas 2006.

Alle rapporten worden na indiening op de NAM website ([www.nam.nl](http://www.nam.nl)) openbaar gemaakt.

## Referenties

1. Gaswinning Moddergat, Lauwersoog, Vierhuizen (MLV); Evaluatie meten en Integrale beoordeling monitoring 2007-2012, versie december 2013, NAM rapportage EP201312202561.
2. Edwin Elias & Zheng Bing Wang (2013) Abiotische gegevens voor monitoring effect bodemdaling. Deltares rapport.
3. Tanya J. Compton, Jaap van der Meer, Sander Holthuisen, Anita Koolhaas, Anne Dekinga, Job ten Horn, Lise Klunder, Niamh McSweeney, Maarten Brugge, Henk van der Veer and Theunis Piersma (2013) SYNOPTIC INTERTIDAL BENTHIC SURVEYS ACROSS THE DUTCH WADDEN SEA 2008 to 2011 NIOZ 2013-1
4. Zwarts et al. 2004 Bodemgesteldheid en mechanische kokkelvisserij in de Waddenzee. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat RIZA rapport RIZA/2004.028. incl. cd-rom.
5. Kees Koffijberg, Christian Kampichler & Bruno J. Ens (2013) Overstromingsrisico's en verspreiding van kwelderbroedvogels in de Nederlandse Waddenzee in relatie tot bodemdaling door gaswinning. Sovon-rapport 2013/26
6. Rooke (2007) Overgangen van zout-zoet water op Texel. Medusa rapport 2007P181.
7. Bijleveld A.I. et al. (2011) Designing a benthic monitoring programme with multiple conflicting objectives. *Methods in Ecology and Evolution*. doi: 10.1111/j.2041-210X.2012.00192.x
8. Thompson S.K. (1992) Sampling. Wiley, New York.
9. Van der Meer, J. (1997) Sampling design of monitoring programmes for marine benthos: a comparison between the use of fixed versus randomly selected stations. *J. Sea Res.* 37: 167-179
10. Krol J. (2014) Wadsedimentatiemetingen Ameland, Engelsmanplaat, Paesens en Schiermonnikoog 2007-2013. Natuurcentrum Ameland.
11. de Jong, B, Michel J.P.M. Riksen, Johan Krol and Pieter A. Slim (2013) EFFECT OF MANAGEMENT ON COASTAL DUNES ON A NORTH SEA BARRIER ISLAND, submitted.
12. Piening H. Piening, J.A. van der Sluijs, H. Kooistra, E. Claassen, B. Valtin, R. Hoddenbach (2013) Plan van aanpak voor controle meting Lidar data. NAM
13. W.E. van Duin, P.-W. van Leeuwen & C. Sonneveld (2014) Vegetatie en opslibbing in de Peazemerlannen en het referentiegebied west-Groningen: *Jaarrapport 2013*. IMARES Rapport C026/14
14. van Thienen-Visser K, M Nepveu en J Hettelaar (2012) Deterministische hazard analyse voor geïnduceerde seismiteit in Nederland. TNO-rapport R10198

Tabel 3: samenvattende tabel met daarin de verschillende monitoringonderdelen en de frequentie waarmee ze worden uitgevoerd.

| Gebied                         | Doel                       | Meting                | Frequentie  | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|--------------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Waddenzee (wadplaten)          | Areaal/ wadplaathoogte     | Vaklodgingen          | 1x / 6 jaar |      |      |      |      | X    |      |      |
| Pinkegat & Zoutkamperlaag      | Areaal/ wadplaathoogte     | LIDAR                 | 2x / jaar   | X    | X    | X    | X    | X    | X    | X    |
| Enkele wadplaten               | Sedimentatie               | Spijkermetingen       | 5x / jaar   | X    | X    | X    | X    | X    | X    | X    |
| Enkele wadplaten               | Sedimentatie               | Waterpassingen        | 1x / jaar   | X    | X    | X    | X    | X    | X    | X    |
| Pinkegat & Zoutkamperlaag      | Vogelvoer                  | Bodem dieren          | 1x / jaar   | X    | X    | X    | X    | X    | X    | X    |
| HVP's                          | Piekaantallen/timing       | Vogeltellingen        | 5x / jaar   | X    | X    | X    | X    | X    | X    | X    |
| Noordzeekustzone               | Morfologische ontwikkeling | Vaklodgingen          | 1x / 3 jaar |      | X    |      |      | X    |      |      |
| Waddenzee (Kwelders)           | Areaal                     | Vegetatiekartering    | 1x / 2 jaar | X    |      | X    |      | X    |      |      |
| Waddenzee (Kwelders)           | Kliferosie                 | TRK-GPS-metingen      | 1x / jaar   | X    | X    | X    | X    | X    | X    | X    |
| Waddenzee (Kwelders)           | Sedimentatie               | SEB-metingen          | 2x / jaar   | X    | X    | X    | X    | X    | X    | X    |
| Waddenzee (Kwelders)           | Vegetatie                  | PQ-metingen           | 1x / 2 jaar | X    |      | X    |      | X    |      | X    |
|                                | opname/kaart               |                       |             |      |      |      |      |      |      |      |
| Waddenzee (Kwelders)           | Vlakdekkende kartering     | vegetatie en hoogte   | 1x / 6 jaar | X    |      |      |      |      |      | X    |
| Lauwersmeergebied bij PQ's     | Grondwaterpeil             | peilbuisbemonstering  | continu     | X    | X    | X    | X    | X    | X    | X    |
| Lauwersmeergebied bij PQ's     | Grondwaterchemie           | peilbuisbemonstering  | 4x / jaar   | X    | X    | X    | X    | X    | X    | X    |
| Lauwersmeergebied bij PQ's     | maaiveldhoogte             | RTK-GPS metingen      | 1x / 3 jaar | X    |      |      | X    |      |      | X    |
| Lauwersmeergebied PQ's         | Vegetatieopname            | PQ-metingen           | 1x / jaar   | X    | X    | X    | X    | X    | X    | X    |
| Lauwersmeergebied PQ's         | Organische stof            | Steekbuisbemonstering | 1x / 3 jaar | X    |      |      | X    |      |      |      |
| Lauwersmeergebied transecten   | Vegetatie kartering        | Transectmetingen      | 1x / 3 jaar | X    |      |      | X    |      |      |      |
| Lauwersmeergebied telgebieden  | Broedvogelstand            | Vogeltellingen        | 1x / jaar   | X    | X    | X    | X    | X    | X    | X    |
| Lauwersmeergebied telgebieden  | Muizenpopulatie            | Vallen                | 1x / jaar   | X    | X    | X    | X    | X    | X    | X    |
|                                |                            |                       |             |      |      |      |      |      |      |      |
| Evaluatie 2de monitoringcyclus |                            |                       |             |      |      |      |      |      |      | X    |

Nederlandse Aardoliemaatschappij BV  
Assen, 31 maart 2014.

## Bijlagen

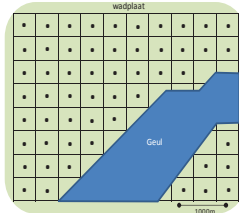
Bijlage 1, Analysestrategie van het monitoringprogramma voor de wadplaten.

Bijlage 2, Analysestrategie van het monitoringprogramma voor het Lauwersmeerbebid.

Bijlage 3, Verwerking van het advies van de auditcommissie d.d. 5 maart 2014, rapportnummer 2796-83 in het monitoringprogramma 2014-2019.

## Analysestrategie monitoringprogramma wadplaten

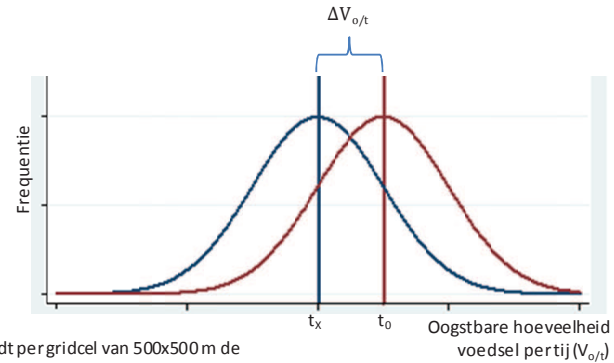
**Doel 1:** Stel vast of er sprake is van een nadelige ontwikkeling van het instandhoudingsdoel 'oogstbare hoeveelheid voedsel per tij' voor verschillende Natura 2000 vogelsoorten in de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag.



+

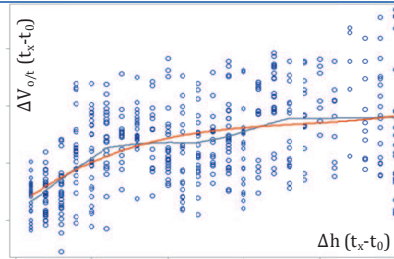


=



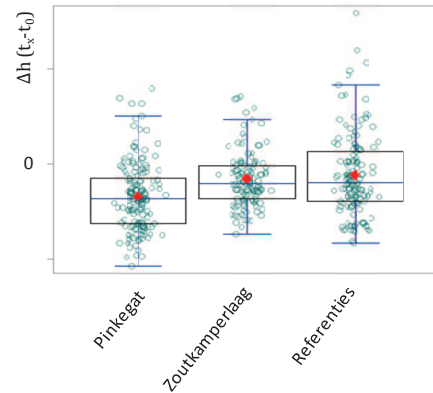
Op basis van veldmetingen (**benthos en LIDAR**) en vogelsoort specifieke kenmerken wordt per gridcel van 500x500 m de oogstbare hoeveelheid voedsel per tij berekend voor N2000 soorten. Deze variabele wordt in de tijd gevolgd.

**Doel 2:** Stel vast of de onder doel 1 genoemde nadelige ontwikkeling veroorzaakt wordt door, of gecorreleerd is aan daling van de wadplaathoogte in het gebied.

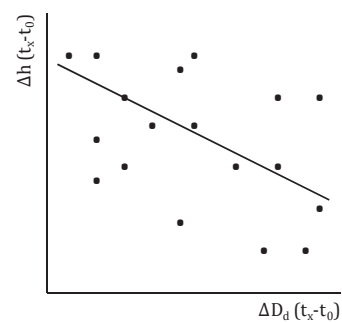


Modelleer de variatie in de oogstbare hoeveelheid voedsel per tij als functie van de variatie in wadplaathoogte:  
 $\Delta V_{o/t} = \Delta h + \text{ruimtelijke correlatie structuur} + \epsilon$

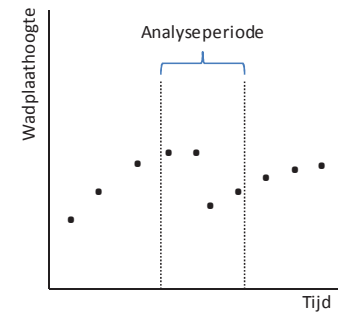
**Doel 3:** Stel vast of de onderdoel 2 genoemde variatie in wadplaathoogte correleert met de mate van diepe bodemdaling. Doe dit door de variatie in wadplaathoogte in Pinkegat en Zoutkamperlaag met andere kombergingen te vergelijken of door binnen deze kombergingen de daling van de wadplaathoogte met de mate van diepe bodemdaling te correleren.



Test of de gemiddelde daling van de wadplaathoogte binnen Pinkegat en Zoutkamperlaag afwijkt van in andere kombergingen in de Waddenzee. Meetpunten kunnen random geselecteerde kwadranten zijn of hoogteklassen. (**LIDAR / Vaklodingen**)



Test of de temporele variatie in wadplaathoogte ( $\Delta h$ ) binnen Pinkegat en Zoutkamperlaag ruimtelijk afhankelijk van de mate van diepe bodemdaling ( $D_d$ ) onder deze gebieden. (**Waterpassingen en GPS-klusters, of op basis van LIDAR per gridcel**)

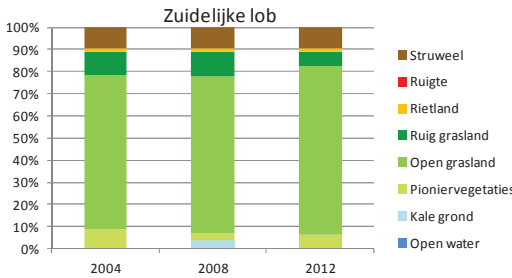


Test of de variatie in wadplaathoogte in de 'analyse periode' onder invloed heeft gestaan van een plotselinge gebeurtenis. (**Spijkermetingen**)

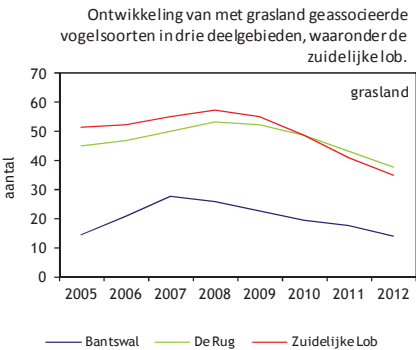


# Analysestrategie monitoringprogramma Lauwersmeergebied

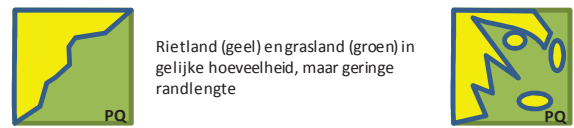
**Doel 1)** Stel vast of sprake is van een afname van het beschikbaar oppervlak van een **vegetatiestructuurtype**, zijnde het habitat van bepaalde Natura 2000 doelsoorten .  
**Controleer** in hoeverre de betreffende Natura 2000 doelsoorten de ontwikkeling in vegetatiestructuur volgen.



De verhouding tussen het met territoria bezette oppervlak van een bepaalde vegetatiestructuur en het totaal aanwezige areaal geeft inzicht in de mate waarin de variatie in beschikbaar oppervlak invloed heeft/ kan hebben op de populatie-ontwikkeling van de doelsoorten.

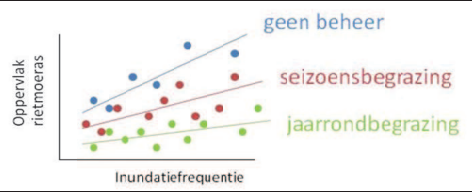


**Doel 2)** Stel vast welke verandering in vegetatie eraan de bovengenoemde verandering in vegetatiestructuurtype ten grondslag ligt. Naast beschikbaar oppervlak zijn ook andere structuurkenmerken van belang zoals de hoogte van de vegetatie en de randlengte van een structuurtype. Zie voorbeeld:



**Doel 3)** Stel vast of de onder 2 gevonden verandering in vegetatie het resultaat is van vernatting of verzilting en wat de rol is van andere variabelen.

Modelleer de ruimtelijke variatie in vegetatie (bv. riet) ( $\Delta r$ ) als functie van de verandering in 1) grondwaterpeil ( $\Delta G_p$ ), grondwaterchemie ( $\Delta G_{ch}$ ), bodemchemie ( $\Delta B_{ch}$ ), overstromingsfrequentie ( $\Delta O$ ), neerslag ( $\Delta N$ ) en beheer ( $\Delta M$ ) en corrigeer voor ruimtelijke autocorrelatie in de data (Corr)  
$$\Delta r \sim \Delta G_p + \Delta G_{ch} + \Delta B_{ch} + \Delta O + \Delta N + \Delta M + Corr + \epsilon$$

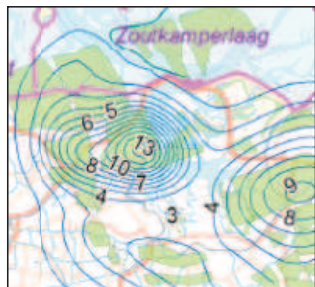


Links: hypothetisch voorbeeld van de invloed van beheer en de inundatiefrequentie op het oppervlak rietmoeras

**Doel 4)** Stel vast of de vernatting/ verzilting het resultaat is van maaiveld daling of andere variabelen zoals oppervlakte waterstanden en neerslag

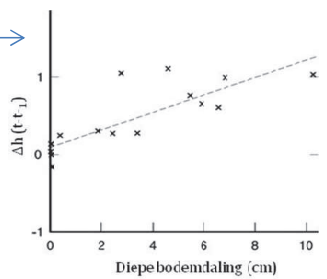
Modelleer de ruimtelijke variatie in vernatting/verzilting ( $\Delta w$ ) als functie van de maaiveld daling ( $\Delta h$ ) en corrigeer voor ruimtelijke autocorrelatie in de data (Corr).  
$$\Delta w \sim \Delta h + Corr + \epsilon$$

**Doel 5)** Stel vast of de maaiveld daling het resultaat is van diepe bodemdaling



Diepe bodemdaling bij de PQ's wordt geschat a.d.h.v. de ruimtelijke interpolatie via geomechanische modellen.

Modelleer de ruimtelijke variatie in maaiveld daling ( $\Delta h$  PQ's) als functie van de diepe bodemdaling ( $\Delta d$ ) en corrigeer voor ruimtelijke autocorrelatie in de data (Corr)  
$$\Delta h \sim \Delta d + Corr + \epsilon$$



Bijlage 3:

Verwerking advies van auditcommissie d.d. 5 maart 2014 rapportnummer 2796-83 in monitoringprogramma 2014-2019

| Pagina | Advies                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Verwerking in monitoringprogramma 2014-2019                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4,5    | <p><b>Samenvattend oordeel</b></p> <p><u>Algemeen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Meer aandacht voor wetenschappelijke opzet</li> <li>Meer aandacht voor verklaring trendbreuken</li> <li>Betere overlegstructuur en betere afstemming tussen betrokken onderzoekers</li> </ul> <p><u>Bijzondere aandachtspunten zijn:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lidar metingen en nauwkeurigheden</li> <li>Bruikbaarheid SIBES onderzoek</li> <li>Bruikbaarheid wadvogeltellingen</li> </ul> | <p>In het nieuwe monitoringprogramma is gezorgd voor overlap van metingen in tijd en ruimte, waardoor correlaties tussen variabelen geanalyseerd kunnen worden.</p> <p>Er is in samenwerking met de betrokken onderzoekers een duidelijke analysestrategie opgezet. Voor de wadplaten en Lauwersmeergebied zijn deze tevens schematisch weergegeven in bijlage 1 en 2 van het programma. Ook is samen met de onderzoekers een afgesproken dat er een ecologisch model gebouwd wordt a.d.h. waarvan de variatie in de instandhoudingsdoelen automatisch geanalyseerd wordt. Input voor dit model zijn de benthos en LIDAR data en vogelsoort specifieke parameters. Voor iedere meting en variabele is duidelijk wat de rol daarvan is in de data-analyse.</p> <p>In de analyse van het nieuwe programma wordt geen enkele trend afzonderlijk beoordeeld, maar altijd in relatie tot verklarende variabelen. Hoe trends in bijvoorbeeld voedselbeschikbaarheid of vegetatiestructuur geanalyseerd worden is samengevat in bijlagen 1 en 2.</p> <p>Het overleg met de onderzoekers is geïntensiveerd. Deels door de overlegfrequentie op te voeren en deels door de groep op te splitsen in onderzoekers die zich met de wadplaten, kwelder, en Lauwersmeer bezighouden. De onderzoekers hebben een verantwoordelijkheid in de integratie van de verschillende datasets gekregen. NAM functioneert als aanjager, facilitator en secretaris. We ontvangen positieve reacties van de onderzoekers op de nieuwe overlegstructuur en -intensiteit.</p> <p>De ground-truth programma's door FUGRO en de NAM werpen hun vruchten af. Analyse van deze data en de door FUGRO gemaakte LIDAR-opnames door Deltares leidt tot inzicht in de omvang van de meetnauwkeurigheid. NAM organiseert momenteel een workshop met alle bij deze workshop betrokken partijen om tot gezamenlijke conclusies te kunnen komen en eventuele vervolgstappen vast te stellen. Voorlopig wordt parallel aan iedere LIDAR-opname een ground-truth survey uitgevoerd.</p> <p>Door aanpassing van de binnen SIBES gehanteerde onderzoeksvraag zal de bodemdierendata een rol gaan vervullen in het schatten van de variatie in draagkracht voor foeragerende wadvogels in Pinkegat en Zoutkamperlaag. De eerder toegepaste statistische toetsing met beperkte statistische power is daarbij niet meer van toepassing. De SIBES data wordt aangevuld met informatie over de ligging en kwaliteit van de litorale mosselbanken uit de surveys van IMARES. Dit is nodig om het zwaarwegende belang van de mosselbanken als foerageergebied voor een aantal N2000 soorten goed te laten meewegen in de analyses.</p> <p>Naast de rol die deze tellingen hebben als signaleringparameter hebben de wadvogeltellingen op de HVP's een duidelijke rol in de</p> |

|    |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbetering zeggingskracht signaleringsmetingen</li> </ul>                                                                             | <p>analyse gekregen. Hiervoor is het nodig de HVP-tellingen nabij het Peasemerwad rond de najaartrek uit te breiden.</p> <p>De zeggingskracht van de signaleringparameters is sterk verbeterd door het meten op dezelfde ruimtelijke en temporele schalen. Daarnaast is voor een belangrijk deel van de parameters/variabelen de monitoring flink uitgebreid.</p>                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 8  | Aangeven wat de mogelijke gevolgen zijn van aardbevingen door de winning uit de betrokken gasvelden voor het monitoringprogramma                                                | Op basis van een seismische risicoanalyse is er een kans op aardbevingen vanwege onderhavige gaswinning. In het vigerende winningsplan is deze kans beschreven. Aan de hand van nieuwe inzichten kan/zal de kans op aardbevingen worden geactualiseerd. In het winningsplan beschreven gasvelden worden continu door het KNMI gemonitord op eventuele aardbevingen met behulp van een aangelegd netwerk van seismische registratie apparatuur. In het kader van dit monitoringprogramma is er geen noodzaak aanvullende monitoring uit te voeren die verband houdt met genoemde mogelijke aardbevingen.                        |
| 10 | Aangeven welke maatregelen ter verbetering van de nauwkeurigheid van de LIDAR metingen worden genomen                                                                           | Ter controle van de LIDAR-opnames worden ook op de wadplaten zogenaamde ground-truth surveys uitgevoerd. Dit vindt plaats op vier locaties, parallel aan iedere LIDAR-meting (Zie hoofdstekst, pagina 10 en Fig. 5). Wanneer de LIDAR-opnames de gewenste consistentie bereiken kan met de ground truth metingen op het wad worden gestopt.                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 11 | Uitwerken wat de rol van spijkermetingen in het programma is.                                                                                                                   | Om te bepalen of de variatie in wadplaathoogte het gevolg is van diepe bodemdaling is de snelheid waarmee de verandering optreedt van belang. Onderzocht wordt in hoeverre de variatie in wadplaathoogte proportioneel is met de mate van diepe bodemdaling in dezelfde periode of met het bodemdalingvolume. Plotselinge veranderingen in wadplaathoogte zijn te verwachten als gevolg van gebeurtenissen zoals zware stormen. Spijkermetingen zijn nodig om de temporele variatie in wadplaathoogte op locaties te monitoren. Zie paragraaf 2.1.5 en bijlage 1.                                                              |
| 12 | Uitwerken van een meet- en analysestrategie voor bodemfauna van de wadplaten. Hierin moet duidelijk worden aangegeven wat de koppeling met overige signaleringparameters inhoud | De parameters die per gridcel (Fig. 3) nodig zijn voor de analyses zijn de wadplaathoogte en de oogstbare hoeveelheid voedsel per tij. De variabele is een combinatie van een dieet- en seizoenafhankelijk voedselbestand. Dit bestand wordt geschat op basis van locatiespecifieke metingen (bodemfauna en LIDAR) en van vogelsoort-specifieke kenmerken. Daarnaast spelen de geografische ligging, de morfologie van de omgeving en de droogvalduur per monsterpunt een rol in het bepalen van deze parameter. Zie paragraaf 2.1.2 t/m 2.1.4 en bijlage 1.                                                                   |
| 13 | Nagaan of het monitoringsprogramma voor de kwelders moet worden aangepast n.a.v. het gewijzigde beheer aangaande (vernatting /beweiding)                                        | Met de onderzoekers is geconcludeerd dat de beste oplossing voor dit probleem is meerdere referentiekwelders te hanteren. Het idee hierachter is dat geen enkele referentie kwelder volledig representatief zal zijn voor de Peasemerlannen. Voor de hand liggende additionele referentiekwelders zijn de Julianapolder en de Negenboerenpolder. De Julianapolder zijn geen plannen voor toekomstige beweiding. Voor de Negenboerenpolder wel. Van beide kwelders zijn meetreeksen voor vegetatie en sedimentatie opgebouwd. In 2014/15 wordt de bruikbaarheid van deze kwelders geëvalueerd en gerapporteerd.                 |
| 14 | Uitwerken van een alternatieve meet-en analyse strategie voor de watervogeltellingen op de HVP's in de Waddenzee                                                                | Vogeltellingen op HVP's in Pinkegat en Zoutkamperlaag spelen een rol in het schatten van de oogstbare hoeveelheid voedsel per tij. Op basis van de vogeltellingen wordt namelijk de foerageerperiode bepaald. Daarnaast kan per vogelsoort, per HVP, de oogstbare hoeveelheid voedsel worden gecorreleerd aan het aantal vogels per periode. Dit leert ons in hoeverre en voor welke soorten het aantal afhangt van de oogstbare hoeveelheid voedsel. Vogelsoorten waarvan de aantallen een sterke correlatie vertonen met de oogstbare hoeveelheid voedsel zijn gevoeliger voor lokale nadelige effecten op hun voedselbron." |
| 14 | Nagaan of de uitwerking van de broedvogeltellingen op de kwelder bij Peasens de komende jaren zinvol is.                                                                        | Uit onderzoek blijkt dat diepe bodemdaling onder de Peasemerlannen de komende jaren nog niet gaat bijdragen aan het overstromingsrisico van nesten. Er is in 2013 een onderzoek gestart naar de mate waarin het overstromingsrisico voor nesten op de                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                            |                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            |                                                                                                                                     | meetbaar gedaalde kwelder van Ameland is toegenomen. De uitkomst van dit onderzoek wordt verwacht in 2015. Voor vervolgonderzoek van het overstromingsrisico op de Peasemerlannen wordt eerst de uitkomsten van dit onderzoek afgewacht. Monitoring van de broedvogelaantallen op de Peasemerlannen wordt door vrijwilligers uitgevoerd en gecoördineerd door SOVON. Aan het eind van deze monitoringcyclus zal de ontwikkeling van de broedvogels op de Peasemerlannen a.d.h.v. trendspotter analyses worden gerapporteerd in relatie tot ontwikkeling in vegetatie en beheer.        |
| 15                         | Aanpassen van de meet- en analyse strategie voor de monitoring in het Lauwersmeergebied, n.a.v. eventuele wijzigingen in het beheer | We hebben bij de uitbreiding van het monitoringprogramma rekening gehouden met het huidige beheer in het gebied. Nieuwe onderzoekplots zijn samen met de beheerder (SBB) vastgesteld. Tevens zijn afspraken gemaakt over het monitoren/ registreren van het beheer en het behouden van bestaande exclusies in het gebied die mogelijk een rol gaan spelen in toekomstige analyses. In de analyses van de ontwikkeling van de vegetatie worden beheer en meerpeil in de analyses meegenomen. De Vegetatiemonitoring zal daarvoor jaarlijks worden uitgevoerd i.p.v. eens per drie jaar. |
| 16<br>(tabel<br>1 en<br>2) | Beperk de analyses van de broed en watervogels in het Lauwersmeergebied tot de soorten waarvoor instandhoudingsdoelstelling gelden. | Voor de analyses is dat zeker de bedoeling. Wel hebben we voor goede analyses en een gedegen discussie ook de andere soorten nodig. Analyses vinden namelijk eerst plaats op het niveau van groepen vogels (bv struweel vs riet broedende vogels, etc.). Vervolgens wordt gekeken hoe de N2000 soort zich binnen de groep gedraagt i.r.t. veranderingen in de vegetatiestructuur. Dit is nodig omdat individuele soorten in de meeste gevallen geen bruikbare datasets opleveren om analyses mee uit te voeren.                                                                        |

# Notitie



**Onderwerp: Verleasen NOx emissieruimte offshore platforms t.b.v. uitvoering aanlegfase project gaswinning Ternaard**

**Datum: 15-01-2021**

**Kenmerk: EP202102203912**

## Referentiesituatie K14-FA-1

Het platform K14-FA-01 is opgericht eind jaren zeventig. Sindsdien is deze inrichting in gebruik.

De vergunningen waarop de referentiesituatie wordt gedefinieerd is als volgt:

- 1 januari 2003 is op grond van art. 153 lid 1 Mijnbouwwet van rechtswege een vergunning verkregen zoals bedoeld in artikel 40 lid 2 Mijnbouwwet (hierna: mijnbouwmilieuvergunning)
- 15 september 2006 mijnbouwmilieuvergunning (kenmerk ET/EM/6072674)
- 3 februari 2012 mijnbouwmilieuvergunning (kenmerk ETM/EM/12012920)
- 23 februari 2012 mijnbouwmilieuvergunning (kenmerk ETM/EM/12020492)
- 18 juni 2014 mijnbouwmilieuvergunning (kenmerk DGETM-EM/14091595)
- 14 november 2018 mijnbouwmilieuvergunning (kenmerk DGETM-EO / 18244961)
- 28 mei 2020 mijnbouwmilieuvergunning (kenmerk DGKE-WO / 2006466)

De vergunde situatie staat een maximale NOx emissie toe van 199,9 ton per jaar. Dit is vastgelegd in de laatste mijnbouwmilieuvergunning waarbij de Nox emissie aan de eisen van het Activiteitenbesluit is aangepast en getoetst. Op het platform zijn alle in de vergunde situatie genoemde emissiebronnen feitelijk gerealiseerd.

Door middel van verleasen wordt tijdelijk een gedeelte van de vergunde NOx emissie ingezet voor (externe) saldering (afoming met 30 % conform de voorwaarden vindt plaats in de Arius calculatie):

|                 | Vergund            | In te zetten emissieruimte |
|-----------------|--------------------|----------------------------|
| Hoeveelheid NOx | 199,9 ton per jaar | 51,8 ton                   |

## Referentiesituatie L09-FF-01

Mijnbouwmilieuvergunning d.d. 23 augustus 2019, kenmerk DGKE / 19005467

- 30 juni 1995 vergunning op grond van Mijnbouwreglement (kenmerk: E/EOG/MW/95044263)
- 1 december 2006 mijnbouwmilieuvergunning (kenmerk ET/EM/6103436)
- 9 september 2019 mijnbouwmilieuvergunning (kenmerk DGKE / 19005467)

De vergunde situatie staat een maximale NOx emissie toe van 96,6 ton per jaar. Op het platform zijn alle in de vergunde situatie genoemde emissiebronnen feitelijk gerealiseerd.

Door middel van verleasen wordt tijdelijk een gedeelte van de vergunde NOx emissie ingezet voor (externe) saldering (afoming met 30 % conform de voorwaarden vindt plaats in de Arius calculatie):

|                 | Vergund           | In te zetten emissieruimte |
|-----------------|-------------------|----------------------------|
| Hoeveelheid NOx | 96,6 ton per jaar | 15,9 ton                   |