1510-180

1510-180

GASWINNING BINNEN RANDVOORWAARDEN

PASSENDE BEOORDELING
VAN HET RIJKSPROJECTBESLUIT OVER DE AARDGASWINNING
VANAF DE LOCATIES MODDERGAT, LAUWERSOOG EN VIERHUIZEN

20 JANUARI 2006

SAMENVATTING

Een Passende Beoordeling (ex art. 6, lid 3 van de Habitatrichtlijn) is uitgevoerd van het Rijksprojectbesluit over de door NAM voorgenomen gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen en alle bijkomende werken (Startnotitie Milieu Effect Rapportage, januari 2005). Uitgangspunt bij de beoordeling is dat een duurzame bescherming en ontwikkeling van de aanwezige natuurlijke waarden en kenmerken van de Waddenzee en andere natuurgebieden in de mogelijke invloedssfeer van de voorgenomen gaswinning gewaarborgd moeten zijn. Binnen deze invloedssfeer wordt onderscheid gemaakt in:

1. gebieden waar bodemdaling optreedt vanwege de voorgenomen gaswinning (Vogelrichtlijngebied Lauwersmeer)
2. idem, waarbij de bodemdaling geheel of gedeeltelijk wordt opgevangen door sedimentatie (Vogel- en Habitatrichtlijngebied Waddenzee)
3. gebieden die niet dalen, maar die door extra zandonttrekking ten gevolge van de door bodemdaling veroorzaakte zandhonger kunnen worden beïnvloed (Vogel- en Habitatrichtlijngebied Noordzeekustzone, Vogel- en Habitatrichtlijngebied Duinen Ameland, Vogel- en Habitatrichtlijngebied Duinen Schiermonnikoog).

Lauwersmeergebied
In het Lauwersmeergebied voltrekt zich momenteel een geleidelijke verruiging ten gevolge van afsluiting van het zoute water en van de getijdeninvloed. De afgenomen dynamiek van de waterstanden binnen het gebied en de afnemende invloed van brak grondwater werken dat in de hand. **In de Passende Beoordeling is, op basis van de best beschikbare informatie, vastgesteld, dat als gevolg van de voorgenomen plus bestaande gaswinning geen aantasting van de natuurlijke kenmerken van het Lauwersmeergebied zal optreden.**

Waddenzee
In het beoordeelde Rijksprojectbesluit zijn randvoorwaarden opgenomen, die het Rijk aan de uitvoering van het project verbindt. Deze randvoorwaarden staan er borg voor dat de natuurlijke kenmerken van de betrokken gebieden, zoals bedoeld met de aanwijzing volgens de Vogel- en Habitatrichtlijnen, in stand blijven.

Voor het Vogel- en Habitatrichtlijngebied Waddenzee is het belangrijkste aandachtspunt het handhaven van de geomorfologische evenwichten. Een veilige grens voor het lange termijn meegroeivermogen (het vermogen van de Waddenzee om zeespiegelstijging + bodemdaling op te vangen middels sedimentatie) van de kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag is bepaald op respectievelijk 6 en 5 mm/jaar (gemiddeld over het hele oppervlak). Op basis van dit meegroeivermogen is een veilige gebruiksruimte voor gaswinning vastgesteld. Daarbij is rekening gehouden met een sterk versnelde zeespiegelstijging en met bodemdaling door bestaande gaswinning.

Als randvoorwaarde is daarom gesteld dat:

1) de initiatiefnemer het productieprofiel in het winningsplan zodanig dient te kiezen, dat de prognoses van het dalingstempo binnen de veilige gebruiksruimte blijven.
2) een adequaat meetsysteem voor de dalingssnelheden wordt geïnstalleerd zoals beschreven in het meetplan (Mijnbouwbesluit, artikel 30, 31; Bijlage E). Dit in combinatie met een meet- en regelcyclus, die ten doel heeft om het dalingstempo binnen de gebruiksruimte te houden.

3) in 2011 en vervolgens iedere 6 jaar een evaluatiemoment wordt ingebouwd ten aanzien van het zeespiegelstijgingscenario en de gebruiksruimte in de daarop volgende 6 jaar.
4) de initiatiefnemer dient aan te tonen dat door vermindering van de winning de bodemdaling tijdig en zodanig beperkt kan worden dat de gebruiksruimte ook in het geval van een nog extremer dan momenteel voorziene zeespiegelstijging niet zal worden overschreden ("hand aan de kraan").

Om de ontwikkeling van de staat van instandhouding van de Vogel- en Habitatrichtlijngebieden in de gaten te houden is tevens nog de randvoorwaarde gesteld, dat door de initiatiefnemer een breed opgezette monitoring wordt uitgevoerd. Daarmee worden zowel de bodemhoogte als de effecten op de in stand te houden natuurlijke kenmerken en waarden ter controle gevolgd zodanig in meetfrequentie en dekking dat daarmee vastgesteld kan worden of er dreiging is van aantasting van de natuurlijke kenmerken van het gebied door de gaswinning alleen of door cumulatie van de invloed van gaswinning met andere invloeden. Het bevoegd gezag kan te allen tijde, gemotiveerd, aanwijzing geven de productie aan te passen op basis van de Natuurbeschermingswet of de Mijnbouwwet.

Met bovenstaande randvoorwaarden als uitgangspunt zijn in de voorliggende Passende Beoordeling de effecten op het Vogel- en Habitatrichtlijngebied Waddenzee beoordeeld.
Met inachtneming van deze randvoorwaarden bestaat er wetenschappelijk gezien (op basis van de best beschikbare informatie) redelijkerwijs geen twijfel dat er geen aantasting optreedt van de natuurlijke kenmerken van de Waddenzee. Daarbij zijn de volgende twee verschijnselen ook in beschouwing genomen:
a) De tijdvertraging tussen bodemdaling en opvulling. Modelresultaten geven een geschatte plaathoogtedaling van minder dan 0,6-1,1 cm gemiddeld over het Pinkegat (bijbehorend plaatareaalverlies 0,1-0,5%) en van minder dan 0,5-0,8 cm gemiddeld over de Zoutkamperlaag (bijbehorend plaatareaalverlies 0,1-0,3%).
b) De naijlende bodemdaling. Modelresultaten geven aan dat de bodemdalingsnelheid ten gevolge van voortgaande drukdaling in aanliggende watervoerende lagen in de eerste vijf jaar na de beëindiging van de winning circa 0,1-0,2 mm per jaar zal bedragen en daarna geleidelijk zal afnemen.

In beide gevallen zullen de bovengenoemde verschijnselen verdwijnen door sedimentatie, zolang de zeespiegelstijgsnelheid nog gebruiksruimte 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.

Voor de kwelders, die in het dalingsgebied liggen, is vastgesteld dat de huidige snelheid van opslibbing groter is dan de verwachte bodemdalingsnelheid. **Daardoor zijn negatieve effecten uitgesloten.** Voor de enige zomerpolder in het dalingsgebied geldt dat deze 's winters iets vaker met zeewater wordt overspoeld, wat niet ongunstig is gezien de instandhoudingsdoelen.

Noordzeekustzone, Duinen Ameland, Duinen Schiermonnikoog
Deze gebieden dalen niet, maar kunnen worden beïnvloed door de extra zandonttrekking ten gevolge van de door bodemdaling veroorzaakte zandhonger. In de Noordzeekustzone kan de kustachteruitgang door extra zandhonger middels preventieve zandsuppleties (als onderdeel van bestaande suppletieprogramma's) worden voorkomen. Daarom is als randvoorwaarde gesteld dat:

5) er bij suppleties en qua zandvolume bij voorbaat rekening dient te worden gehouden met de verwachte bodemdaling door de voorgenomen gaswinning, zodanig dat aantasting van Vogel- en Habitatrichtlijnzones op de eilanden en in de Noordzeekustzone wordt voorkomen.

Zodoende worden ook de natuurlijke kenmerken van de VHR-gebieden Noordzeekustzone, Duinen van Ameland en Duinen van Schiermonnikoog (alle gelegen buiten het gebied waar door uitvoering van het besluit bodemdaling optreedt) niet aangetast.

Cumulatie

Voor alle bovengenoemde gebieden is tevens gekeken naar mogelijke cumulatie met effecten van andere activiteiten in en buiten het aandachtsgebied. **Hiervan is, op basis van de best beschikbare informatie, vastgesteld dat deze niet leiden tot een aantasting van de natuurlijke kenmerken van bovengenoemde gebieden.** De mogelijke cumulatie met versnelde zeespiegelstijging wordt ondervangen door de randvoorwaarden.

Conclusie

Onder de bovengenoemde randvoorwaarden bestaat er wetenschappelijk gezien op basis van de best beschikbare informatie redelijkerwijs geen twijfel dat de natuurlijke kenmerken van de bovengenoemde gebieden niet zullen worden aangetast door de vaststelling en uitvoering van het Rijksprojectbesluit.

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING 2
INHOUDSOPGAVE 5
1. INLEIDING 6
1A. ALGEMEEN 6
1B. BESCHRIJVING ACTIVITEIT 8
1C. INSTANDHOUDINGSDOELEN VAN DE GEBIEDEN WAAR MOGELIJK (IN)DIRECTE INVLOEDEN VAN DE ACTIVITEIT MERKBAAR ZIJN 9
Duinen Ameland 12
Duinen Schiermonnikoog 12
Waddenzee 12
Noordzeekustzone 13
1D. RELATIE PB RPB MET PB (ONTWERP-)AANGEPAST DEEL 3 PLANOLOGISCHE KERNBESLISSING (PKB) WADDENZEE 13
1E. DE KETEN VAN OORZAAK EN GEVOLG BIJ GASWINNING 14
1F. AANDACHTSGEBIED PB 16

1. INLEIDING

1A. ALGEMEEN

Een Passende Beoordeling (PB, bijlage A) is een PB in het kader van de Vogel- en Habitatrichtlijnen, zoals verwerkt in de Natuurbeschermingswet 1998 art.19f. Het beoordeelde plan is het (ontwerp-)Rijksprojectbesluit over winning van gas onder het Waddengebied vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen, zoals beschreven in de Startnotitie MER van de Nederlandse Aardoliemaatschappij (NAM, januari 2005).

Het Rijksprojectbesluit Gaswinning (Rpb) is niet hetzelfde als de besluiten waarmee vergunningen worden verleend voor de uitvoering van de gaswinning. Het Rpb maakt het voor het Rijk mogelijk de regie hiervan in handen te houden. Omdat het Rpb het project planologisch mogelijk maakt, moet beoordeeld worden of de in het besluit opgenomen randvoorwaarden en de bestaande wettelijke kaders samen redelijkerwijs de zekerheid geven dat (ten laatste bij de vergunningverlening) aantasting van de natuurlijke kenmerken van Vogel- of Habitatrichtlijngebieden uitgesloten zal worden.

De Passende Beoordeling is een toetsingskader, voorgeschreven in de Europese Habitatrichtlijn art 6, lid 3. Dit artikel is van toepassing op alle plannen en projecten, die invloed zouden kunnen hebben op de natuurlijke kenmerken van de speciale beschermingszones aangewezen volgens de Europese Habitatrichtlijn en de Europese Vogelrichtlijn. Dit geldt onafhankelijk van de vraag of een plan of project zelf binnen of buiten zo'n beschermingszone wordt uitgevoerd. Het desbetreffende voorschrift is in de Nederlandse wetgeving verwerkt in de Natuurbeschermingswet 1998, art. 19f. Binnen het mogelijke invloedsbereik van de nu voorgenomen winning van gas onder de Waddenzee bevinden zich behalve de Waddenzee ook de speciale beschermingszones Lauwersmeer, Noordzeekustzone, Duinen van Ameland en Duinen van Schiermonnikoog. De Passende Beoordeling heeft ook hierop betrekking. In aanvulling op het vereiste volgens de Habitatrichtlijn eist de Natuurbeschermingswet 1998, dat de Passende Beoordeling zich ook uitstrekt over het natuurschoon, zoals bedoeld in de aanwijzingsbesluiten van de beschermde natuurmonumenten Waddenzee, Lauwersmeer, Kwelders Noordkust Friesland I en Kwelders Noordkust Groningen.

De achtergrond van een Passende Beoordeling is het grote belang dat Nederland en Europa stellen in natuur. Voor het beleid om natuur veilig te stellen zijn prioriteiten en doelstellingen uitgewerkt voor te beschermen habitattypen, soorten en natuurlijke processen. Er is over heel Europa een netwerk van speciale beschermingszones gereserveerd om deze doelstellingen te bereiken, het zogenaamde Natura 2000-netwerk. De Waddenzee maakt deel uit van dit netwerk.

Voordat onder Nederlandse of Europese wet- en regelgeving activiteiten mogen worden ondernomen, die de natuurlijke kenmerken van zulke gebieden zouden kunnen aantasten, moet eerst vastgesteld worden of die activiteiten significante gevolgen zouden kunnen hebben voor die gebieden. Dit wordt beoordeeld in het licht van de instandhoudingsdoelen (Bijlage B). Als significante gevolgen niet bij voorbaat kunnen worden uitgesloten moet een Passende Beoordeling worden uitgevoerd. Vergunning kan slechts worden verleend indien het bevoegd gezag zich ervan heeft *verzekerd dat de natuurlijke kenmerken van het desbetreffende gebied niet zullen* worden aangetast (NB-wet 1998, art 19g:1), dan wel nadat is vastgesteld dat het project aan hier niet beoordeelde criteria voldoet en dat de aantasting gecompenseerd wordt.

De NAM heeft met de Startnotitie MER (NAM, 2005) het initiatief bekend gemaakt onder de Waddenzee gas te willen winnen vanaf de bestaande locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Met de gaswinning is een zodanig nationaal belang gemoeid, dat het Rijk de regie van de publieke besluitvorming hierover in eigen hand wil houden. Hiervoor kan de Rijksprojectenprocedure volgens art. 39a van de Wet op de Ruimtelijke Ordening worden gebruikt. De Tweede Kamer heeft op 6 oktober 2005 (29023, nr. 17) ingestemd met het besluit van 15 april 2005 (29023, nr. 9) van de Ministers van Economische Zaken, Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieu, Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Verkeer en Waterstaat om op projecten tot winning van gas onder de Waddenzee de Rijksprojectenprocedure (gedefinieerd in het Staatsblad 2003, 519) toe te passen. Dit is het eerste plan of project betrekking hebbende op de gaswinning waarvoor een Passende Beoordeling (PB) wordt uitgevoerd (voorgelegd aan de Kamer op 23 juni 2005; Brief van de Min. Van VROM; Tweede Kamer, vergaderjaar 2004-2005, 29 684, nr 36)[1]. De minister van VROM heeft toegezegd, dat in de PB ook cumulatieve effecten van gaswinning en andere activiteiten worden onderzocht (Verslag van een schriftelijk overleg; Tweede Kamer, vergaderjaar 2004-2005, 29 684, nr 35), De Minister van Economische Zaken, die bevoegd gezag is voor gaswinningsprojecten, treedt als projectminister voor deze toepassing op. Als gevolg hiervan moet de Minister van Economische Zaken een ontwerp-Rijksprojectbesluit over het initiatief van de NAM ter inzage leggen.

In het Rijksprojectbesluit Gaswinning is een aantal randvoorwaarden geformuleerd en gemotiveerd, die de Minister aan de uitvoering van het project verbindt om zeker te stellen dat de natuurlijke kenmerken van de betrokken gebieden niet worden aangetast (paragraaf 1F; Bijlage C). De gestelde randvoorwaarden hebben betrekking op het winningsregime en op maatregelen die, waar en wanneer daartoe aanleiding is, genomen zullen worden om aantasting te voorkomen. De gestelde randvoorwaarden zijn ook kaderstellend voor de PB Rpb.
In deze Passende Beoordeling (PB Rpb) is gebruik gemaakt van een deel van de achtergrondinformatie, die in het kader van de m.e.r.[2] door de initiatiefnemer is verzameld. Daarnaast is gebruik gemaakt van de informatie welke werd verzameld ten behoeve van de besluitvorming van het aangepaste deel 3 van de Planologische Kernbeslissing Waddenzee. Ook de relevante gegevens uit de PB Project Mainport Rotterdam zijn meegenomen binnen de PB Rpb. In deze PB Rpb wordt zodoende rekening gehouden met de nu aanwezige kennis en best beschikbare informatie.

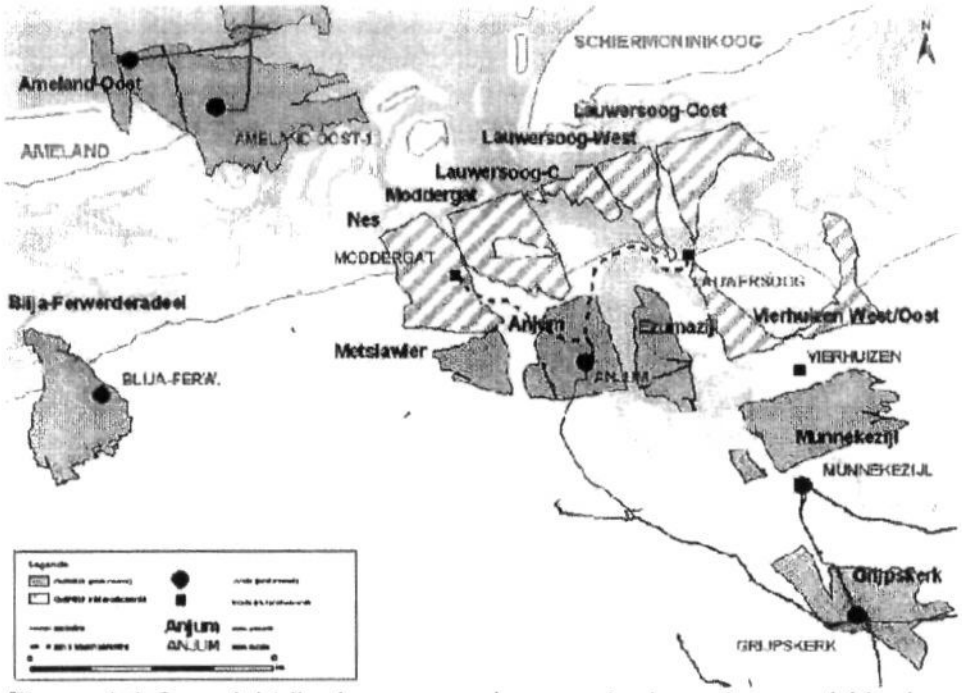
De Rijksprojectenprocedure, waar het Rijksprojectbesluit Gaswinning deel van uitmaakt, laat de inspraakmogelijkheden en de rechtsbescherming van burgers en bedrijven intact. Het MER, dat in het vergunningsverleningstraject wordt opgesteld, wordt op de voorgeschreven wijze door een werkgroep van de onafhankelijke Commissie milieu-effectrapportage getoetst.

---

[1] Door de Minister van VROM is toegezegd dat deze PB zal geschieden op grond van artikel 6 van de Habitatrichtlijn en dat daarin de resultaten van de PB's voor de PKB Waddenzee en het PMR, voor zover relevant voor de Waddenzee, worden meegenomen.
[2] Over de gaswinning moet door de initiatiefnemer een milieu-effectrapportage (m.e.r.) opgesteld worden, waarvan de gevolgen voor natuur deel uitmaken. In de richtlijnen voor uitvoering van de m.e.r. over het NAM-initiatief heeft bevoegd gezag aangegeven dat hierin een Passende Beoordeling van het project wordt opgemaakt.

1B. BESCHRIJVING ACTIVITEIT

De beoogde activiteit die centraal staat in deze Passende Beoordeling, is gaswinning onder de Waddenzee, eerste fase. De activiteit bestaat uit het in productie nemen en optimaliseren van de winning van gasvoorkomens vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen (Figuur 1.1). Een gedetailleerde beschrijving is in de betreffende startnotitie MER (NAM, 2005) *"Aardgaswinning in het Waddengebied vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen"* gegeven.



Figuur 1.1 Overzicht ligging gasvoorkomens in de ondergrond (deels onder de Waddenzee) en de diverse winningslocaties op het vasteland.

De NAM heeft, als houder van de winningsvergunning Noord-Friesland, het voornemen het aanwezige gas te winnen middels gedevieerde boringen. De 6 aangetoonde gasvoorkomens, die vanaf de locaties bij Lauwersoog, Moddergat en Vierhuizen kunnen worden gewonnen (Nes, Moddergat, de 3 Lauwersoog-voorkomens en Vierhuizen-Oost) bevatten een totale hoeveelheid van naar verwachting circa 20 tot wellicht 40 miljard Nm^3 aardgas[3] (Figuur 1.1 en Figuur 1.2).

Voordat de productie begint, zijn verschillende voorbereidende werkzaamheden noodzakelijk. Zo moeten de destijds, na de proefboringen, veiliggestelde putten eerst door middel van een zogenaamde 'work-over' worden gecontroleerd, gerepareerd en/of aangepast. Tijdens de werkzaamheden kan blijken, dat het noodzakelijk is het *onderste deel van de put opnieuw te boren: een zogenaamde 'side-track'. Daarnaast* moeten de bestaande exploratielocaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen worden omgezet in productielocaties (een locatie waar alleen gas naar boven wordt gehaald en wordt afgevoerd). Op alledrie de locaties zullen daarom gedurende enkele weken tot enkele maanden werkzaamheden worden uitgevoerd. Er is voorzien dat enkele jaren na de start van de productie – rond 2010 – een nieuwe put geboord gaat worden in het veld Moddergat vanaf de locatie Moddergat.

[3] Nm^3: "normaal kubieke meter"; gasvolume, gegeven bij standaardomstandigheden.

1B. BESCHRIJVING ACTIVITEIT

De beoogde activiteit die centraal staat in deze Passende Beoordeling, is gaswinning onder de Waddenzee, eerste fase. De activiteit bestaat uit het in productie nemen en optimaliseren van de winning van gasvoorkomens vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen (Figuur 1.1). Een gedetailleerde beschrijving is in de betreffende startnotitie MER (NAM, 2005) *"Aardgaswinning in het Waddengebied vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen"* gegeven.

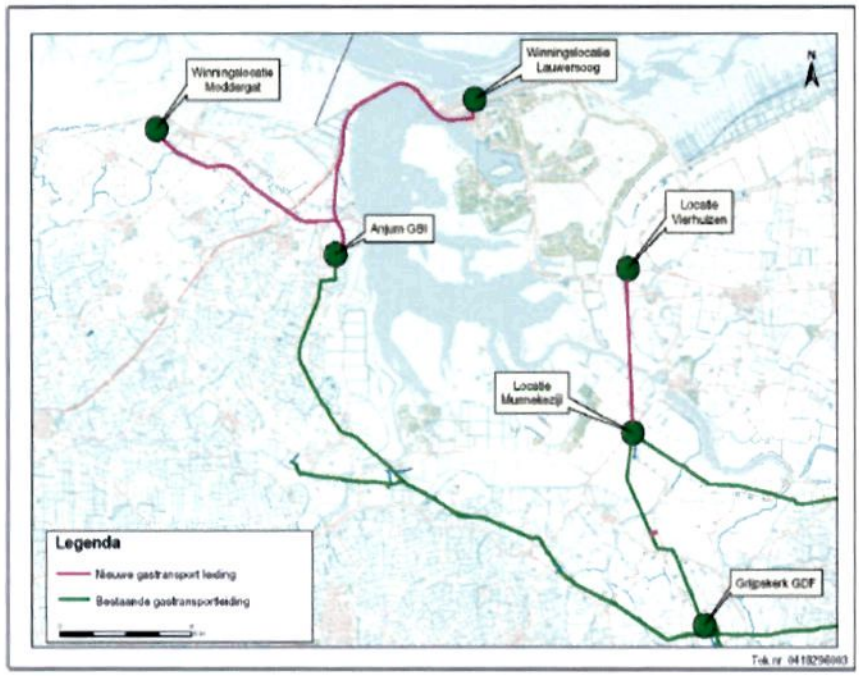
Figuur 1.1 Overzicht ligging gasvoorkomens in de ondergrond (deels onder de Waddenzee) en de diverse winningslocaties op het vasteland.

De NAM heeft, als houder van de winningsvergunning Noord-Friesland, het voornemen het aanwezige gas te winnen middels gedevieerde boringen. De 6 aangetoonde gasvoorkomens, die vanaf de locaties bij Lauwersoog, Moddergat en Vierhuizen kunnen worden gewonnen (Nes, Moddergat, de 3 Lauwersoog-voorkomens en Vierhuizen-Oost) bevatten een totale hoeveelheid van naar verwachting circa 20 tot wellicht 40 miljard Nm^3 aardgas[3] (Figuur 1.1 en Figuur 1.2).

Voordat de productie begint, zijn verschillende voorbereidende werkzaamheden noodzakelijk. Zo moeten de destijds, na de proefboringen, veiliggestelde putten eerst door middel van een zogenaamde 'work-over' worden gecontroleerd, gerepareerd en/of aangepast. Tijdens de werkzaamheden kan blijken, dat het noodzakelijk is het onderste deel van de put opnieuw te boren: een zogenaamde 'side-track'. Daarnaast moeten de bestaande exploratielocaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen worden omgezet in productielocaties (een locatie waar alleen gas naar boven wordt gehaald en wordt afgevoerd). Op alledrie de locaties zullen daarom gedurende enkele weken tot enkele maanden werkzaamheden worden uitgevoerd. Er is voorzien dat enkele jaren na de start van de productie – rond 2010 – een nieuwe put geboord gaat worden in het veld Moddergat vanaf de locatie Moddergat.

[3] Nm^3: "normaal kubieke meter"; gasvolume, gegeven bij standaardomstandigheden.

Naast de werkzaamheden op de locaties moeten er ondergrondse gastransportleidingen worden aangelegd van de locaties naar de dichtstbijzijnde gasbehandelings-installaties Anjum en Grijpskerk (Figuur 1.2). Na afloop van de productieperiode worden de voorzieningen ontmanteld en de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen opgeruimd.



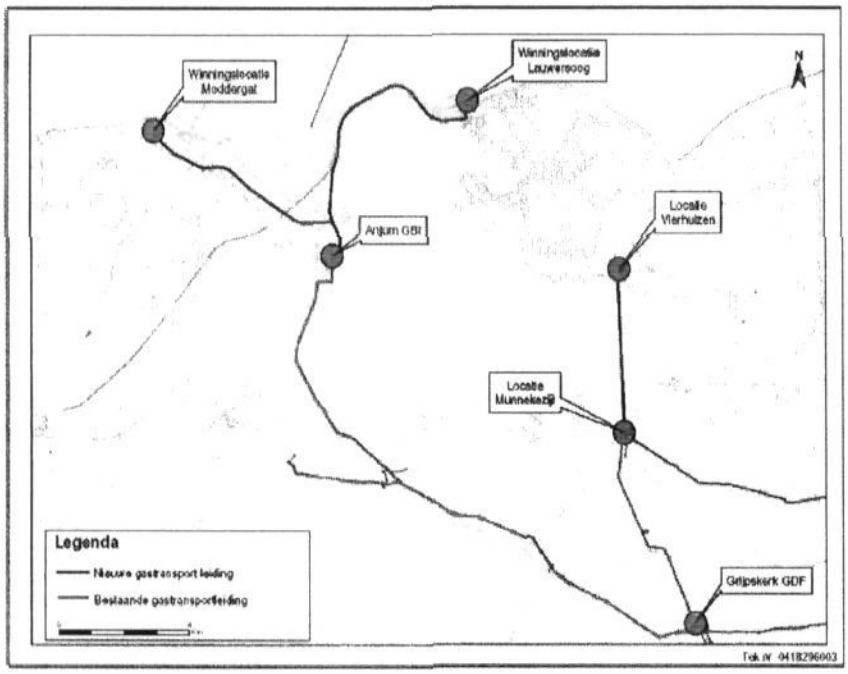
Figuur 1.2 Overzicht van de gastransportleidingen en de locaties waar activiteiten zullen plaatsvinden.

1C. INSTANDHOUDINGSDOELEN VAN DE GEBIEDEN WAAR MOGELIJK (IN)DIRECTE INVLOEDEN VAN DE ACTIVITEIT MERKBAAR ZIJN

Bij de uitvoering van de Passende Beoordeling en de Strategische Milieubeoordeling van het Ontwerp-Aangepaste deel 3 van de PKB Waddenzee is gebruik gemaakt van Voorlopige Instandhoudingsdoelen voor het PKB-gebied Waddenzee. In grote lijn bestaan er nauwelijks verschillen met de vigerende aanwijzingen in het kader van de Vogelrichtlijn. Deze Voorlopige Instandhoudingsdoelen zijn weergegeven in Bijlage B; de daarin genoemde soorten en habitats zijn meegenomen in deze Passende Beoordeling. De aanwijzing als Vogelrichtlijngebied heeft betrekking op de in Tabel 1.1 genoemde vogelsoorten.

De algemene Instandhoudingsdoelen voor de Waddenzee en het Lauwersmeer hebben op grond van de Natuurbeschermingswet 1998 mede betrekking op het aspect natuurschoon als bedoeld in de voor het overige vervallen aanwijzingsbesluiten als beschermd of staatsnatuurmonumenten Waddenzee, Lauwersmeer, Kwelders Noordkust Friesland I en Kwelders Noordkust Groningen. Bij de uitvoering van de Passende Beoordeling van de gevolgen voor deze gebieden dient naast de bovengenoemde Voorlopige Instandhoudingsdoelen rekening te worden gehouden met de algemene Instandhoudingsdoelen. Als gevolg daarvan dient een afweging plaats te vinden tussen het belang van de activiteit ten opzichte van onder meer de aantasting van het natuurschoon, opdat het natuurschoon niet onevenredig wordt geschaad.

Naast de werkzaamheden op de locaties moeten er ondergrondse gastransportleidingen worden aangelegd van de locaties naar de dichtstbijzijnde gasbehandelings-installaties Anjum en Grijpskerk (Figuur 1.2). Na afloop van de productieperiode worden de voorzieningen ontmanteld en de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen opgeruimd.



Figuur 1.2 Overzicht van de gastransportleidingen en de locaties waar activiteiten zullen plaatsvinden.

1C. INSTANDHOUDINGSDOELEN VAN DE GEBIEDEN WAAR MOGELIJK (IN)DIRECTE INVLOEDEN VAN DE ACTIVITEIT MERKBAAR ZIJN

Bij de uitvoering van de Passende Beoordeling en de Strategische Milieubeoordeling van het Ontwerp-Aangepaste deel 3 van de PKB Waddenzee is gebruik gemaakt van Voorlopige Instandhoudingsdoelen voor het PKB-gebied Waddenzee. In grote lijn bestaan er nauwelijks verschillen met de vigerende aanwijzingen in het kader van de Vogelrichtlijn. Deze Voorlopige Instandhoudingsdoelen zijn weergegeven in Bijlage B; de daarin genoemde soorten en habitats zijn meegenomen in deze Passende Beoordeling. De aanwijzing als Vogelrichtlijngebied heeft betrekking op de in Tabel 1.1 genoemde vogelsoorten.

De algemene Instandhoudingsdoelen voor de Waddenzee en het Lauwersmeer hebben op grond van de Natuurbeschermingswet 1998 mede betrekking op het aspect natuurschoon als bedoeld in de voor het overige vervallen aanwijzingsbesluiten als beschermd of staatsnatuurmonumenten Waddenzee, Lauwersmeer, Kwelders Noordkust Friesland I en Kwelders Noordkust Groningen. Bij de uitvoering van de Passende Beoordeling van de gevolgen voor deze gebieden dient naast de bovengenoemde Voorlopige Instandhoudingsdoelen rekening te worden gehouden met de algemene Instandhoudingsdoelen. Als gevolg daarvan dient een afweging plaats te vinden tussen het belang van de activiteit ten opzichte van onder meer de aantasting van het natuurschoon, opdat het natuurschoon niet onevenredig wordt geschaad.

Tabel 1.1 Kruistabel van de kwalificerende vogelsoorten binnen de VHR-gebieden, waar mogelijk invloeden merkbaar zijn.

Soort	Waddenzee	Duinen Ameland	Duinen Schier-monnikoog	Noordzee-kustzone	Lauwers-meer
Aalscholver	x				x
Bergeend	x			x	x
Blauwborst			x		x
Blauwe Kiekendief	x	x	x		
Bontbekplevier	x			x	x
Bonte Strandloper	x			x	
Brandgans	x				x
Brilduiker	x				x
Bruine Kiekendief	x	x	x		x
Drieteen-strandloper	x			x	
Dwergmeeuw					x
Dwergstern	x				
Eidereend	x	x	x	x	
Fuut	x				x
Goudplevier	x				x
Grauw Klauwier		x	x		
Grauwe Gans	x				x
Grauwe kiekendief					x
Groenpootruiter	x				
Grote Stern	x			x	
Grote Zaagbek	x			x	
Grote zilverreiger					x
Grutto	x				x
Kanoet	x			x	
Kemphaan					x
Kievit	x				
Kleine Mantelmeeuw	x				
Kleine zilverreiger					x
Kleine Zwaan	x				x
Kluut	x			x	x
Kokmeeuw	x				
Kolgans	x				x
Krakeend	x				x
Krombekstrandloper	x				
Kuifeend					x
Kwartelkoning					x
Lepelaar	x	x	x		x
Meerkoet	x				x
Middelste Zaagbek	x			x	
Nonnetje	x				x
Noordse Stern	x				x
Oeverzwaluw					x

Soort	Waddenzee	Duinen Ameland	Duinen Schier-monnikoog	Noordzee-kustzone	Lauwers-meer
Paapje					x
Parelduiker				x	
Porseleinhoen		x			x
Pijlstaart	x				x
Reuzenstern					x
Rietzanger		x			x
Roerdomp			x		x
Roodkeelduiker				x	
Rotgans	x				x
Rosse Grutto	x			x	
Scholekster	x			x	
Slechtvalk	x				x
Slobeend	x				x
Smient	x				x
Steenloper	x			x	x
Stormmeeuw	x				
Strandplevier	x			x	
Tafeleend					x
Tapuit	x	x			
Toendrarietgans	x				
Toppereend	x			x	
Tureluur	x				
Velduil	x	x	x		x
Visarend					x
Visdief	x				
Wilde eend	x				x
Wilde Zwaan					x
Wintertaling	x				x
Woudaapje					x
Wulp	x			x	x
Zeearend					x
Zilvermeeuw	x				
Zilverplevier	x			x	x
Zwarte Ruiter	x				
Zwarte Stern	x				
Zwarte Zee-eend				x	

De aanwijzing als Habitatrichtlijngebied heeft betrekking op de volgende gebieden, habitats en soorten (zie ook Bijlage B):

Duinen Ameland

Habitats

- Embryonale wandelende duinen [2110]
- Wandelende duinen op de strandwal met Ammophila arenaria ('witte duinen') [2120]
- Vastgelegde kustduinen met kruidvegetatie ('grijze duinen') [2130[4]*]
- Vastgelegde ontkalkte duinen met Empetrum nigrum [2140*]
- Duinen met Hippophae rhamnoides [2160]
- Duinen met Salix repens ssp. argentea (Salicion arenariae) [2170]
- Vochtige duinvalleien [2190]

Soorten

- Groenknolorchis

Duinen Schiermonnikoog

Habitats

- Eénjarige pioniersvegetaties van slik- en zandgebieden met Salicornia ssp. en andere zoutminnende soorten [1310]
- Embryonale wandelende duinen [2110]
- Wandelende duinen op de strandwal met Ammophila arenaria ('witte duinen') [2120]
- *Vastgelegde kustduinen met kruidvegetatie ('grijze duinen') [2130]
- *Vastgelegde ontkalkte duinen met Empetrum nigrum [2140]
- Duinen met Hippophae rhamnoides [2160]
- Duinen met Salix repens ssp. argentea (Salicion arenariae) [2170]
- Vochtige duinvalleien [2190]

Soorten

- Groenknolorchis

Waddenzee

Habitats

- Permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken [1110]
- Estuaria [1130]
- Bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten [1140]
- Eénjarige pioniersvegetaties van slik- en zandgebieden met Salicornia ssp. en andere zoutminnende soorten [1310]
- Schorren met sljkgrasvegetatie (Spartinion maritimae) [1320]
- Atlantische schorren (Glauco-Puccinellietalia maritimae) [1330]

---

[4] Prioritaire soorten en/of habitattypen volgens de Habitatrichtlijn zijn aangeduid met *. Voor deze soorten en/of habitattypen geldt een bijzondere verantwoordelijkheid. Er gelden daarom andere criteria bij de selectie van Natura 2000-gebieden en een zwaarder beschermingsregime onder de Natuurbeschermingswet 1998 en/of de Flora- en faunawet

- Embryonale wandelende duinen [2110]
- Wandelende duinen op de strandwal met Ammophila arenaria ('witte duinen') [2120]
- Vastgelegde kustduinen met kruidvegetatie ('grijze duinen') [2130*]

Soorten

- Zeeprik
- Fint
- Grijze zeehond
- (Gewone) zeehond

Noordzeekustzone

Habitats

- Permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken [1110]

Soorten

- Zeeprik
- Rivierprik
- Fint
- Bruinvis
- Grijze zeehond
- (Gewone) Zeehond

1D. Relatie PB RPB met PB (Ontwerp-)aangepast deel 3 planologische kernbeslissing (PKB) Waddenzee

Op grond van de uitgevoerde Passende Beoordeling van Ontwerp-Aangepaste deel 3 PKB Derde Nota Waddenzee kon worden vastgesteld dat enkele beleidsuitspraken in dit Ontwerp de ruimte bieden om ingrepen uit te voeren waarbij, op grond van de Habitattoets op macroniveau, significante effecten niet met zekerheid kunnen worden uitgesloten. Het betrof ondermeer de exploratie- en exploitatie-activiteiten ten behoeve van gaswinning. Deze activiteiten kunnen – afhankelijk van de plaats van de boor/winlocatie - op enkele eilanden leiden tot significante gevolgen vanwege de aanwezigheid van duin-Habitattypen. Deze gebieden zijn in de ontwerp PKB die nu voorligt uitgesloten.

Zoals vermeld in het Ontwerp-Aangepaste deel 3 PKB Derde Nota Waddenzee, is een systeem voor het vooraf stellen van strikte natuurgrenzen voor alle menselijke activiteiten niet op korte termijn operationeel te maken. Daarom wordt de huidige systematiek gecontinueerd, waarbij in de PKB Waddenzee algemene grenzen aan menselijk medegebruik van de Waddenzee worden gesteld, aangevuld met een 'van-geval-tot-geval-beoordeling' bij de vergunningverlening. Noodzakelijk hierbij is, te zorgen voor: 1) een goede monitoring van milieuwaarden en de menselijke activiteiten, 2) de invoering van het "hand-aan-de-kraan-principe" met tijdig

terugkoppelingsmechanisme om zo nodig een activiteit te kunnen beëindigen of beperken, en 3) voor het opvullen van leemtes in kennis.

Verder wordt in de uitgevoerde Passende Beoordeling van het Ontwerp-Aangepaste deel 3 PKB Derde Nota Waddenzee aangegeven dat specifieke monitoring bij omvangrijke en maatschappelijk gevoelige activiteiten, zoals gaswinning, noodzakelijk is. Het Kabinet besluit per geval of specifieke monitoring noodzakelijk is. Bij specifieke monitoring moet bijzondere aandacht worden besteed aan continuïteit, cumulatieve effecten en ontwikkelingen in aangrenzende gebieden; voor de beoordeling van de specifieke monitoring wordt een onafhankelijke commissie ingesteld. Deze onafhankelijke commissie heeft als functie om op cruciale momenten in het proces audits uit te voeren en het bevoegd gezag te adviseren, namelijk: bij het formuleren van de monitoringeisen en bij de resultaten van de monitoring.

Op basis van hetgeen hierboven is aangegeven is het duidelijk dat de hier uitgevoerde Passende Beoordeling Rijksprojectbesluit Gaswinning van een meer gedetailleerd niveau moet zijn dan die, welke voor de PKB is uitgevoerd, omdat het gaat om gaswinning in een gespecificeerd gebied. Dit in plaats van de meer generieke benadering, die in de PKB is gehanteerd. Het invloedsbereik van de voorgenomen activiteit zoals beschouwd in de PB Rpb (zie beneden) wijkt daarom af van het in de in het PKB beschouwde gebied.

1E. De keten van oorzaak en gevolg bij gaswinning

De gaswinning kent een procesketen van oorzaak en gevolg, waarbij de gasonttrekking uit de diepe ondergrond uiteindelijk haar invloed kan uitoefenen op de biota aan het oppervlak (Figuur 1.3). Voor een goed begrip van de effecten van gaswinning wordt hier deze procesketen besproken. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen binnendijkse en buitendijkse effecten. Daarbij is buitendijks al het gebied dat zeewaarts ligt van de waterkerende zeedijken of duinrijen. Op deze wijze wordt onderscheid gemaakt tussen de buitendijkse gebieden die een sterke natuurlijke dynamiek kennen en de binnendijkse gebieden die dat in veel mindere mate kennen.

De volgende ketenonderdelen worden onderscheiden:

1) Door gaswinning

2) treedt een geleidelijke daling op van de gasdruk in het poreuze reservoirgesteente. Eventueel kunnen lichte aardbevingen optreden. De drukdaling wordt mogelijk gevolgd door

3) toestroming van water uit diepe aquifers (watervoerende lagen). Dit heeft op termijn een extra compactie van het aquifergesteente tot gevolg en mogelijk een beperkte elastische uitzetting van het reservoirgesteente, en/of

4) een geleidelijke compactie (samendrukking) van het reservoirgesteente in de diepe ondergrond.

5) Compactie kan leiden tot daling van het bovenliggende gesteentepakket en zo tot daling van het aardoppervlak boven de gaswinning (de bodemdalingschotel).

6) In de Waddenzee leidt de vorming van een bodemdalingschotel tot extra sedimenthonger, boven op de sedimenthonger die veroorzaakt wordt door de natuurlijke (autonome) bodemdaling en de zeespiegelstijging. Binnendijks wordt daling van het aardoppervlak (maaiveld) nauwelijks gecompenseerd door extra sedimentatie.

7) De totale sedimenthonger leidt tot extra sedimentatie. Daarbij moet rekening gehouden worden met een tijdvertraging tussen bodemdaling en opvulling.

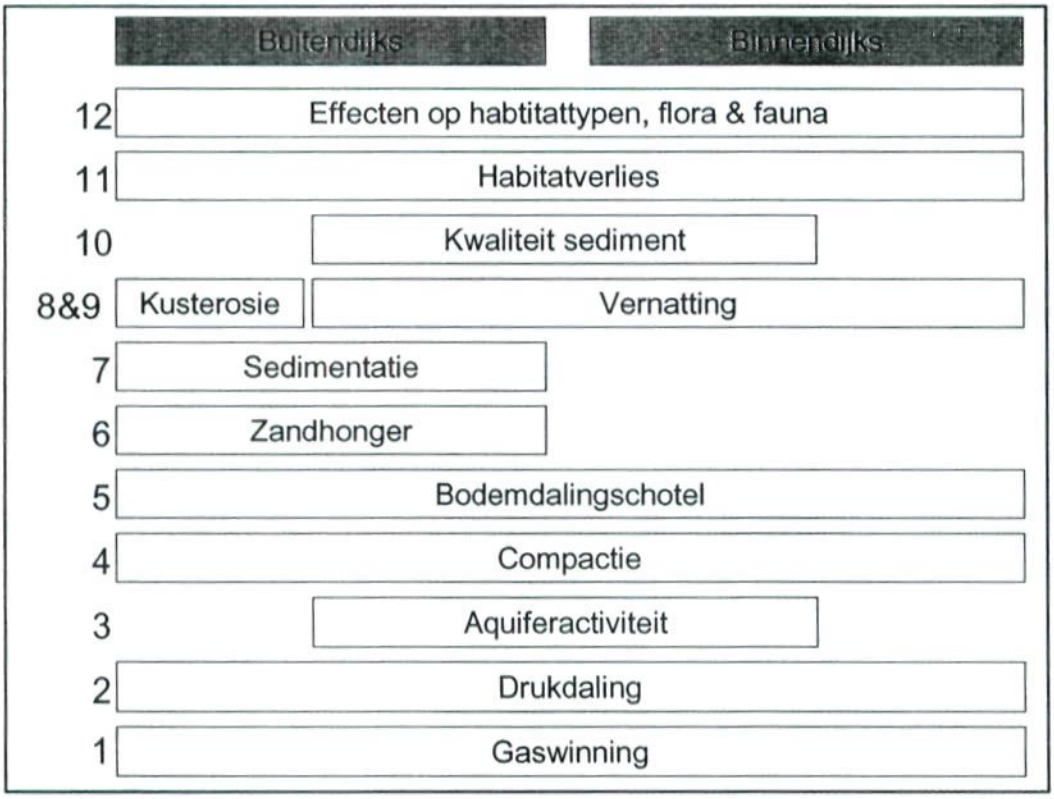
8) Dit sediment wordt onttrokken aan de Noordzeekustzone en leidt zo tot kustafslag aan de Noordzeezijde. Dit kan resulteren in een verkleining/verlies van de relevante habitats door kustafslag en –versteiling aan de Noordzeezijde.

9) Mogelijke ecologische effecten kunnen optreden ten gevolge van vernatting van binnen- of buitendijkse habitats; dit kan gebeuren als de zich vormende bodemdalingschotel niet geheel gecompenseerd wordt door sedimentatie of een verlaging van het waterpeil.

10) In theorie kan de korrelgrootteverdeling van het sediment beïnvloed worden, wat van invloed kan zijn op ecologische processen.

11) (Tijdelijk) habitatverlies kan optreden als de bodemdaling de natuurlijke draagkracht van het systeem (tijdelijk) overschrijdt.

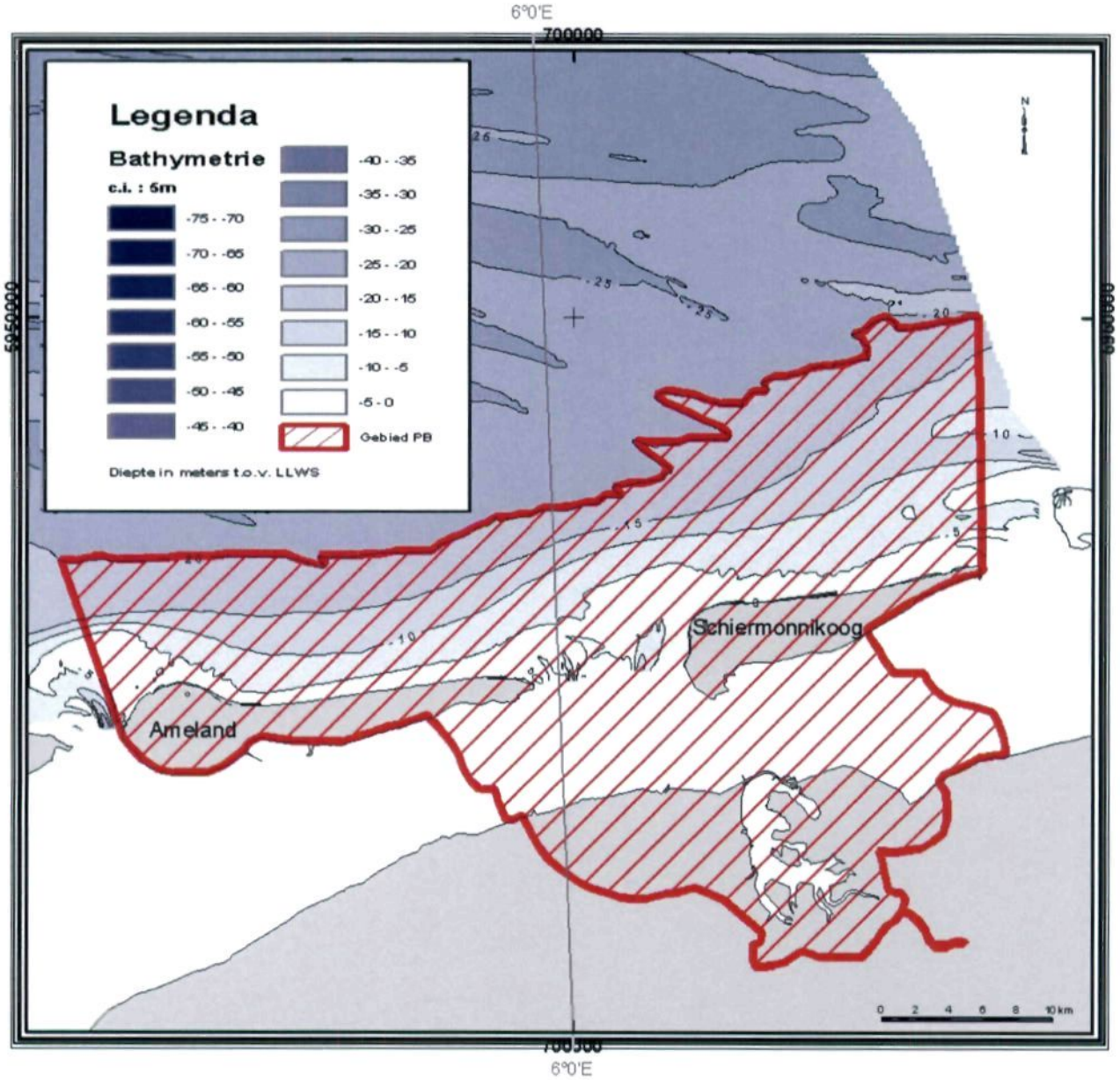
12) Effecten op habitattypen, flora & fauna via de bovengenoemde morfologische veranderingen.



Figuur 1.3: Overzicht van de hoofdlijn van oorzaak-gevolgketens die in de PB Rpb worden beschouwd.

1F. AANDACHTSGEBIED PB

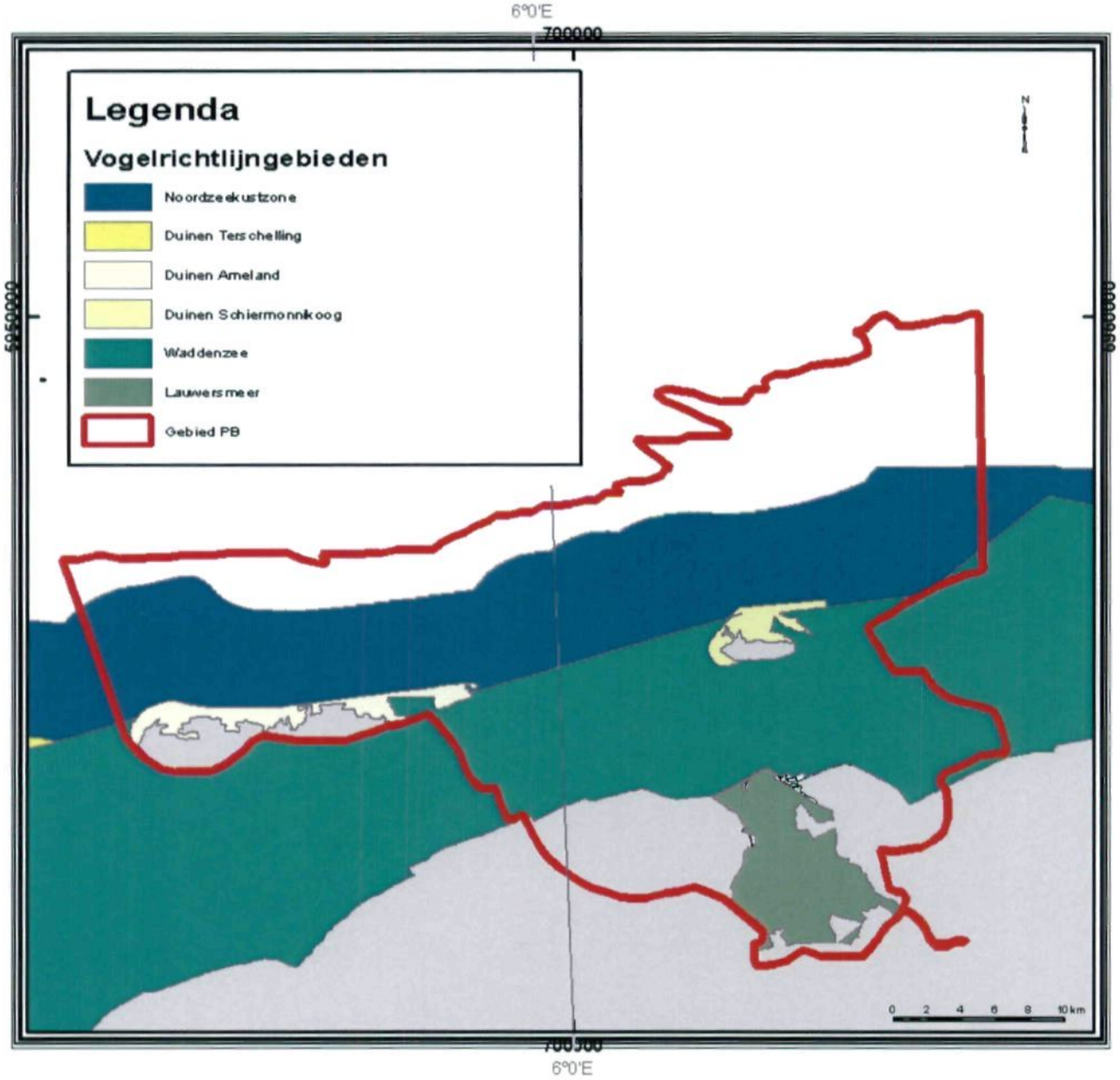
Het aandachtsgebied voor de PB is bepaald door vast te stellen:
1) wat de winningslocaties zijn (Figuur 1.1);
2) waar gastransportleidingen worden aangelegd en gebruikt (Figuur 1.2);
3) waar door de voorgenomen gaswinning bodemdaling kan optreden (VR-gebied Lauwersmeer en delen van kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag in VHR-gebied Waddenzee);
4) waar de natuurlijke compensatie van deze bodemdaling tot erosie kan leiden (volledige kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag, VHR-gebied Noordzeekustzone), en
5) van welke gebieden dergelijke erosie de natuurlijke bescherming van de kustzone in gevaar kan brengen of tot afslag ervan kan leiden (VHR-gebieden Duinen van Ameland en Duinen van Schiermonnikoog; Figuur 1.4).

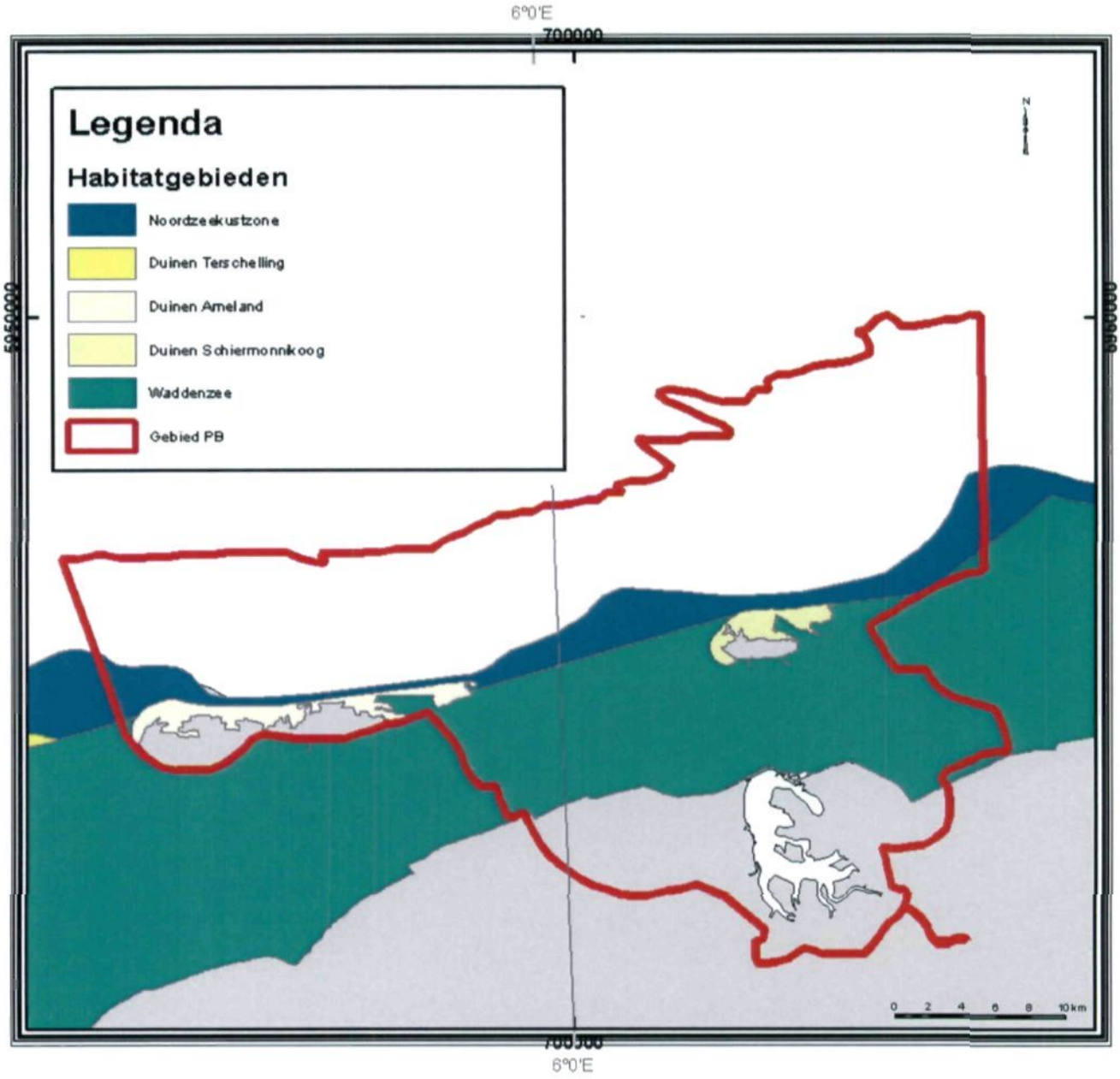


Figuur 1.4 Aandachtsgebied van de Passende Beoordeling.

A) Ten opzichte van de bathymetrie (deze pagina)
B) Ten opzichte van de Vogelrichtlijngebieden (volgende pagina)
C) Ten opzichte van de Habitatgebieden (daaropvolgende pagina).

1510-181


6°0'E
700000
Legenda
Vogelrichtlijngebieden
Noordzeekustzone
Duinen Terschelling
Duinen Ameland
Duinen Schiermonnikoog
Waddenzee
Lauwersmeer
Gebied PB
N
0 2 4 6 8 10 km
6°0'E


6°0'E
700000
Legenda
Habitatgebieden
Noordzeekustzone
Duinen Terschelling
Duinen Ameland
Duinen Schiermonnikoog
Waddenzee
Gebied PB
N
5950000
0 2 4 6 8 10 km
700000
6°0'E

1G. RANDVOORWAARDEN

Het kabinet heeft in 2004 gesteld dat gaswinning onder de Waddenzee alleen mogelijk is onder strikte randvoorwaarden[1]. Voor de onderbouwing van deze randvoorwaarden wordt verwezen naar Bijlage C. Een meervoudige borging is uitgewerkt door de initiatiefnemer voor het beheersen van het proces van gaswinning binnen voorgeschreven grenzen, gebruik makend van de mogelijkheden van onder andere de nieuwe Mijnbouwwet (Bijlage E). Hieronder worden de in het Rijksprojectbesluit gestelde randvoorwaarden nogmaals weergegeven. De gestelde randvoorwaarden zijn meegenomen in de Passende Beoordeling (hoofdstuk 2).

1. Grenzen aan dalingssnelheden

Allereerst is bepaald bij welke relatieve zeespiegelstijgsnelheid (rZSS[2]) de Waddenzee in stand zal blijven. Daartoe zal de rZSS dan per definitie niet groter mogen zijn, dan de lange-termijn sedimentatie met een naijling van ten hoogste enkele jaren kan bijhouden[3].

Het geomorfologisch evenwicht is tijdens relatieve zeespiegelstijging afhankelijk van het vermogen van de Waddenzee om sediment in te vangen dat door het getijdewater vanaf de Noordzee de Waddenzee in wordt getransporteerd. Daarbij moet de sedimentatie de rZSS bijhouden waardoor, gemiddeld genomen, de verdeling van de geomorfologische componenten gelijk blijft (het meegroeivermogen, bijlage A).
De Waddenzee groeit verticaal mee als de ondergrond daalt of de zeespiegel stijgt. Binnen elk kombergingsgebied is de sedimentaire dynamiek dermate sterk dat verstoringen 'uitgesmeerd' worden over dat hele gebied[4]. Dit betekent dat de vraag hoeveel verstoring kan worden opgevangen in principe per kombergingsgebied moet worden bekeken[5]. De kernvraag is dan hoe groot het volume zand is dat per periode kan worden ingevangen in elk van de betrokken kombergingsgebieden.

In het onderstaande overzicht is op grond van empirische gegevens en modelinzichten nagegaan binnen welke grenzen de Waddenzee rZSS kan

---

[1] Het kabinet merkt op dat: *"De Adviesgroep [Meijer] stelt dat er geen ecologische gronden zijn voor het afzien van gaswinning in de Waddenzee, indien de gaswinning aan strikte natuurgrenzen wordt gebonden. Bij dergelijke grenzen is aantasting van de veerkracht van het systeem en natuurschade niet te verwachten."* In haar reactie op het rapport van de Adviesgroep Meijer stelt het kabinet: *"Bovenstaand is aangegeven dat gaswinning binnen strikte randvoorwaarden mogelijk is zonder significante schade voor de natuur. De komende tijd zal* het kabinet *voor gaswinning grenzen formuleren. Het in de Mijnwet voorgeschreven winningsplan en monitoring/meetplan is een goed middel om de winning te sturen en grenzen te stellen aan de bodemdaling."*

[2] In een relatief beperkt gebied als de Waddenzee kan de rZSS alleen daadwerkelijk gemeten worden over periodes van enkele decennia, omdat weersinvloeden e.d. een groot effect hebben op de gemeten waarden.

[3] Bij overschrijding van de gebruiksruimte door snelle of zeer volumineuze winning kan een situatie ontstaan 1) waarbij een grote bodemdalingschotel ontstaat, en 2) waarbij de sedimentaanvoer van buitenaf onvoldoende is om de schotel op te vullen, zodat er zand wordt "geleend" binnen het kombergingsgebied.

[4] Bijv. Bodemdalingscommissie Ameland (2005): Een daling van ruim 1,3 cm per jaar van de wadplaten ten zuiden van Ameland werd ter plekke volledig gecompenseerd. Het hiervoor benodigde sediment was deels afkomstig van de omringende andere onderdelen van het Pinkegat-kombergingsgebied, die daardoor lager kwamen te liggen.

[5] In een eerste benadering wordt het transport over de wantijen verwaarloosd.

compenseren door het afzetten van extra sediment. Een voorzichtige, conservatieve benadering is daarbij gekozen, waarbij als uitgangspunten zijn gehanteerd, dat:

a) vooral gekeken is naar de sedimentatie zoals waargenomen over perioden van 6 jaar en langer;
b) bij meerdere gerapporteerde waarden voor de maximale sedimentatie de laagste waarde wordt aangehouden;
c) er rekening is gehouden met een al bestaande zandvraag door andere processen;
d) bij modelbenaderingen steeds een voorzichtig uitgangspunt wordt gehanteerd.

Door deze 'worst case' benadering wordt een conservatieve inschatting gegeven van het meegroeivermogen. Door middel van deze benadering wordt een veilige grens aangehouden en worden potentiële risico's voorkomen, die zouden kunnen voortkomen uit te snelle daling en resulterende plaatverlaging gedurende meerdere decennia.

Het meegroeivermogen van de relevante kombergingsgebieden Zoutkamperlaag en Pinkegat is, op basis van de historische kennis en thans beschikbare proceskennis geschat op minstens circa 5, respectievelijk 6 mm/jaar over gemiddeld 19-jaarlijkse perioden. Dit meegroeivermogen kan niet helemaal gebruikt worden voor menselijke activiteiten omdat autonome bodemdaling en zeespiegelstijging ook bijdragen aan de rZSS.

Derhalve is de gebruiksruimte voor menselijke belasting (bestaande plus nieuwe velden) van het systeem voor het Pinkegat 6-x mm/jaar en voor de Zoutkamperlaag 5-x mm/jaar (gemiddeld over 19 jaar), waarin x de autonome component van de rZSS voorstelt. Autonome bodemdaling en zeespiegelstijging worden momenteel samen op circa 2,5 mm per jaar geschat. Het verschil, circa 3,5 voor Pinkegat en 2,5 mm/jaar voor Zoutkamperlaag, zou bij de huidige zeespiegelstijging beschikbaar zijn als gebruiksruimte voor de som van bestaande en toekomstige gaswinning en eventuele andere ingrepen. Voor een veilige beheersing van het gebruik op lange termijn moet echter rekening gehouden worden met een toename van de rZSS door klimaatverandering, waardoor de veilige gebruiksruimte zal krimpen. Voor de initiatiefnemer is de gebruiksruimte beschikbaar volgens het recept zoals gegeven in *paragraaf 4.7 van Bijlage C.*

Bij de bepaling van de gebruiksruimte om het project te kunnen beoordelen is gebruik gemaakt van het volgende zeespiegelstijgingstraject, zoals verantwoord in Bijlage C: In 2007 een zeespiegelstijgsnelheid van 2,484 mm/jaar en daarbij tot eind 2010 een zeespiegelstijgingsversnelling van 0,018 mm/jaar^2. Momenteel kan nog geen voldoende betrouwbare voorspelling worden gegeven van de ontwikkeling van de zeespiegelstijging vanaf 2011. Voor de ontwikkeling van de winningsplannen wordt vooralsnog het gematigd hoge scenario van 85 cm in honderd jaar met een lineaire versnelling van 0,119 mm/jaar^2 vanaf 1.1.2011 aangegeven als richtscenario. Vóór 2011 zal een herevaluatie van de verwachte hoge zeespiegelstijgingscenario's dienen plaats te vinden door de Rijksoverheid. Daarbij dienen de nieuwe gegevens - die momenteel nog niet beschikbaar zijn (zeespiegelstijgingscenario's van IPCC in 2007, KNMI in 2006 en Rijksoverheden tussen 2006-2010) - te worden meegewogen om een verantwoorde keuze te maken voor het vanaf dan te kiezen limiterende *zeespiegelstijgingsscenario. E.e.a. kan dan ook leiden tot een bijstelling van het* winningsplan.

Het Rijk wil bij het besluit tot voorgenomen gaswinning zeker stellen dat de veilige gebruiksruimte niet wordt overschreden. Bij de uitwerking van het besluit in de

vergunningverlening wordt beoordeeld of het voorgenomen winningsplan volgens de huidige inzichten binnen de veilige gebruiksruimte uitvoerbaar is. Gezien de mogelijke veranderingen in de bijdrage van autonome bodemdaling en zeespiegelstijging aan de rZSS wordt bij de vergunningverlening op basis van de Mijnbouwwet opgenomen dat de gebruiksruimte voor gaswinning kan worden herzien naar aanleiding van een evaluatie, in beginsel voor het eerst in 2011 en vervolgens in een regelmatige cyclus van 5-6 jaar.

Bij de bepaling van de gebruiksruimte is in aanmerking genomen dat het zandaanbod van de Noordzeekustzone afkomstig is (zie verder onder suppleties).

2. Dalingssnelheden begrensd in winningsplan
De initiatiefnemer dient ten behoeve van de vergunningverlening volgens de Mijnbouwwet (Bijlage E) en de vaststelling van het winningsplan door de Minister van Economische Zaken aan te tonen hoe de winning met het winningsplan binnen de gestelde (rand-)voorwaarden zal worden uitgevoerd. Hierbij zal bewaakt worden dat het productieprofiel door de initiatiefnemer zodanig wordt gekozen, bewaakt en indien nodig bijgesteld (Bijlage D), dat de prognoses van de bodemdaling per kombergingsgebied binnen de gestelde grenzen van de gebruiksruimte zullen blijven. De initiatiefnemer kan i.v.m. de mogelijkheid van bijsturen van de winning uitgaan van de verwachtingswaarden, zonder de extra onzekerheidsband mee te nemen. De initiatiefnemer dient aan te tonen dat in het geval van een extreem rZSS scenario (versnelling overeenkomend met 110 cm per 100 jaar) de dalingssnelheden binnen de gebruiksruimte zullen kunnen blijven door bijsturing van de productie.

3. Beschrijving meettechnieken in meetplan (Mijnbouwbesluit, art. 30, 31; Bijlage E)
Met de meetresultaten volgens het meetplan moeten de randvoorwaarden van het winningplan met betrekking tot de grenzen voor de gemiddelde dalingssnelheden aantoonbaar gehandhaafd kunnen worden. De initiatiefnemer beschrijft in het meetplan de meettechnieken, de plaats en de frequentie van de metingen, waarmee op voldoende nauwkeurige en betrouwbare wijze de dalingssnelheden bij de diepste punten en de vorm van de bodemdalingschotel vastgesteld kunnen worden. Het meetplan wordt jaarlijks geactualiseerd en behoeft de instemming van de Minister van Economische Zaken. Staatstoezicht op de Mijnen is de instantie die toezicht houdt op de uitvoering van het meetplan.

4. Maatregelen om bodembeweging te voorkomen en of te beperken
Het winningsplan bevat een beschrijving van de te nemen maatregelen om bodembeweging te voorkomen of te beperken (Mijnbouwbesluit artikel 24, lid1, onder r). De initiatiefnemer werkt in detail uit hoe de jaarlijkse volumetoename, ofwel de gemiddelde dalingssnelheid per kombergingsgebied, wordt vastgesteld en wat daarbij de nauwkeurigheid is. De initiatiefnemer vergelijkt de gemiddelde daling met de vastgestelde grenzen voor de dalingssnelheden en beschrijft hoe het productieprofiel van de betreffende velden bij benadering van de grenzen aangepast zal worden. De initiatiefnemer moet in haar (jaarlijkse) rapportage aantonen dat de werkelijke bodemdaling binnen de vastgestelde grenzen van de gebruiksruimte gebleven is en zal blijven. De verantwoording voor deze meet- en regelcyclus (bijlage D) ligt bij de initiatiefnemer en wordt als nadere uitwerking van art. 24, lid 1, onder r (Mijnbouwbesluit) in een protocol vastgelegd. Toezichthouder is Staatstoezicht op de Mijnen. Aanpassing van de productie kan ook direct op aanwijzing van het bevoegd gezag, de minister van Economische Zaken, plaatsvinden.

5. Bewaking met monitoringsplan

Een breed monitoringsplan wordt opgezet waarmee zowel de bodemhoogte (maaiveld) als de natuureffecten worden gevolgd, zodanig in meetfrequentie en dekking dat daarmee vastgesteld kan worden of er dreiging is van aantasting van de natuurlijke kenmerken van het gebied door de gaswinning alleen of door cumulatie van de invloed van gaswinning met andere invloeden. Dit monitoringsplan wordt opgesteld als een van de randvoorwaarden in het kader van de vergunningverlening op grond van de Natuurbeschermingswet 1998. In het monitoringsplan wordt de monitoring van de sedimentatie en de biotische factoren uitgewerkt. De initiatiefnemer moet op basis van de monitoringgegevens, na analyse door onafhankelijke deskundigen en ook op aanwijzing van het bevoegd gezag, indien nodig de productie bijsturen. LNV is bevoegd gezag betreffende de vaststelling en de handhaving van dit monitoringsplan. Het gehele bewakingssysteem is tevens een invulling van artikel 24.1 s (Mijnbouwbesluit): maatregelen om schade door bodembeweging te voorkomen en te beperken.

6. Kustsuppleties ter aanvulling zandverlies

Het huidige kustbeleid (Wet op de Waterkering, art. 10: 1-2; 3e Kustnota) is gericht op het in stand houden van de veiligheid, de zandvoorraad in de Noordzeekustzone en, indirect, op het handhaven van natuurwaarden. Dit wordt langs de Waddeneilanden vooral bereikt door de zandverliezen in het kustfundament aan te vullen met suppleties en zo de kust op haar plaats te houden. Bodemdaling in het Waddengebied leidt op termijn tot extra zandonttrekking uit de Noordzeekustzone (het kustfundament): elke kubieke meter bodemdaling in het Waddengebied leidt uiteindelijk tot één extra kubieke meter zandonttrekking[6]. Een randvoorwaarde ter voorkoming van aantasting van de natuurwaarden van VHR-gebieden voor de winning is dan ook dat het zandverlies van tevoren wordt aangevuld middels suppleties, bij voorkeur in te passen in bestaande suppletieprogramma's en bij te sturen op basis van de daadwerkelijk opgetreden bodemdaling.

[6] Met verwaarlozing van het (geringe) slibgehalte van de Waddenzeebodem.

2. PASSENDE BEOORDELING RIJKSPROJECTBESLUIT

2A. PASSENDE BEOORDELING ALGEMEEN

Allereerst kan vastgesteld worden dat de betreffende activiteit of de hieruit voortvloeiende nevenactiviteiten, zoals beschreven in paragraaf 1B, niet direct verband houden met of nodig zijn voor het beheer van:

- Vogelrichtlijngebied Waddenzee en/of
- Vogelrichtlijngebied Noordzeekustzone en/of
- Vogelrichtlijngebied Lauwersmeer en/of
- Vogelrichtlijngebied duinen Ameland en/of
- Vogelrichtlijngebied duinen Schiermonnikoog en/of
- Habitatrichtlijngebied 'Waddenzee' en/of
- Habitatrichtlijngebied Noordzeekustzone en/of
- Habitatrichtlijngebied 'Duinen Ameland' en/of
- Habitatrichtlijngebied 'Duinen Schiermonnikoog'

Op dit moment is het Lauwersmeergebied geen habitatrichtlijngebied: de bij de habitatrichtlijngebied vigerende aspecten zijn voor de Lauwersmeer om deze reden niet in beschouwing genomen.

Randvoorwaarden als deel van de beoordeling
Aan de activiteit zijn randvoorwaarden gesteld (paragraaf 1G), waardoor verwacht mag worden dat directe en indirecte effecten op de instandhoudingsdoelen redelijkerwijze uitgesloten zijn. De gestelde randvoorwaarden zijn kaderstellend voor deze Passende Beoordeling. Daarbij is het van groot belang om te weten hoe de bodemmorfologie als drager van de overige natuurfuncties reageert; hier wordt in 2B nader op in gegaan. Pas daarna wordt de Passende Beoordeling als zodanig uitgevoerd. In alle gevallen is bij beoordeling van de effecten het uitgangspunt dat de in paragraaf 1F gestelde randvoorwaarden in acht worden genomen.

Voor de bepaling van de omvang van de effecten is gebruik gemaakt van de *volgende rapporten: Oost e.a., 1998 (IBW); Hoeksema e.a., 2004 (RIKZ)*, Bodemdalingsrapportage Ameland, 2000 & 2005 & Onderbouwend rapporten MER NAM: Wang & Eysink, versie juli 2005; Meesters e.a. versie 23-9-2005). Door de hantering van de randvoorwaarden (paragraaf 1F) vallen de voorziene effecten in veel gevallen (m.u.v. de absolute daling) lager uit dan in deze bovengenoemde rapporten.

2B. PASSENDE BEOORDELING EFFECTEN ANDERS DAN BODEMDALING

Geïnduceerde aardbevingen
Gaswinning in de nieuwe velden kan, net als gaswinning in bestaande velden, aanleiding geven tot (lichte) aardbevingen. Het effect van aardbevingen kan leiden tot liquefactie (bodemverweking; Oost e.a., 1998 (IBW)). Liquefactie kan tot lokale instabiliteit van (onderwater)oevers leiden. Dit zal echter nergens tot grootschalige zetting leiden.

Liquefactie door kleine aardbevingen is mogelijk in de snel afgezette losgepakte afzettingen in de geulen. Liquefactie is, ook zonder aardbevingen, gewoon in zulke afzettingen (bijvoorbeeld door stormen). Deze liquefactie heeft geen invloed van betekenis op de porositeit en volumevastheid van de zanden van de getijdeplaten. Die zanden zijn door dagelijks droogvallen als gevolg van de getijdebeweging en

door de intensieve golfwerking al ongevoelig voor liquefactie door kleine aardbevingen (zeer kortdurende pulsen).

Schadelijke gevolgen van mogelijke aardbevingen als gevolg van gaswinning in de Waddenzee zullen afwezig of verwaarloosbaar zijn, zowel voor dijken, constructies in de Waddenzee, als voor geulen en platen (Hoeksema e.a., 2004 (RIKZ)).

Activiteiten t.b.v. de winning
Winning vindt plaats vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen, die al deels zijn ingericht. Bij de aanpassing voor winning nemen de tijdelijk aanwezige zicht- en hoorbare activiteiten ter plaatse en de hoogte van de inrichtingen af nadat de voorbereidende werkzaamheden zijn afgerond, terwijl nadien de landschappelijke *inpassing duurzaam kan en moet worden afgewerkt.*

In de te verlenen NB-wetvergunningen kunnen voorschriften worden opgenomen betreffende de opstelling en inrichting van de buitenverlichting op de boorinstallatie en het terrein. De verlichting van de inrichting dient zodanig te worden opgesteld respectievelijk ingericht en de lampen zodanig te zijn afgeschermd, dat hinderlijke lichtstraling -welke mogelijke effecten heeft voor de aanwezige fauna in de richtlijngebieden Waddenzee en Lauwersmeer- wordt voorkomen.

Landschap en natuurschoon
De toets met betrekking tot het aspect natuurschoon wordt in deze PB Rpb omwille van de volledigheid uitgevoerd. Voordat de productie begint, zijn verschillende voorbereidende werkzaamheden noodzakelijk. Zo moeten de destijds, na de proefboringen, veiliggestelde putten eerst in een zogenaamde *work-over* worden gecontroleerd, gerepareerd en/of aangepast. Tijdens de werkzaamheden kan blijken dat het noodzakelijk is het onderste deel van de put opnieuw te boren: een zogenaamde *side-track*. Daarnaast moeten de exploratielocaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen worden omgezet in productielocaties (een locatie waar alleen gas naar boven wordt gehaald en wordt afgevoerd). Op alle drie de locaties worden dus gedurende enkele weken tot enkele maanden werkzaamheden uitgevoerd.

De boortoren die zal worden gebruikt bij de *work-over* is een installatie van ca. 55 m meter hoog. De afstand van de boorlocatie Lauwersoog tot aan de grens van het voormalig staatsnatuurmonument Waddenzee I is ca. 80 m en tot het voormalig beschermd natuurmonument Lauwersmeer ca. 1200 m. De boorinstallatie is vanuit deze natuurmonumenten duidelijk zichtbaar aanwezig. Voor de boring Moddergat gelden de volgende afstanden: ca. 900 m tot voormalig beschermd natuurmonument Kwelders Noordkust Friesland I; ca. 900 m tot voormalig staatsnatuurmonument Waddenzee I. Voor de boring Vierhuizen gelden de volgende afstanden: ca. 1500 m tot staatsnatuurmonument Lauwersmeer; ca. 3400 m tot voormalig beschermd natuurmonument Kwelders Noordkust Groningen en ca. 3600 m tot voormalig staatsnatuurmonument Waddenzee I.

Deze situatie met boortoren zal naar schatting 1-4 maanden bestaan per locatie. De benodigde op te richten bouwwerken (waaronder het tijdelijk plaatsen van boortorens) worden zo zorgvuldig mogelijk ingepast in het landschap ter bescherming van de unieke openheid daarvan, met behulp van de best beschikbare technische mogelijkheden; de daarvoor bestaande mitigerende maatregelen worden opgenomen in de vergunning Natuurbeschermingswet 1998.
Gelet op de mogelijkheden om een zorgvuldige inpassing in het landschap te realiseren worden de uit te voeren boringen en tijdelijk onderhoud van bestaande winningslocaties als niet schadelijk beschouwd voor open horizon en duisternis.

De verlichting van de boorinstallatie zal met naar buiten afgeschermde armaturen worden uitgevoerd en de lichtinstallatie zal na het beëindigen van de boringen weer worden verwijderd. In de te verlenen NB-wetvergunningen zullen voorschriften worden opgenomen over de opstelling en inrichting van de buitenverlichting op de boorinstallatie en het terrein. De verlichting van de inrichting dient zodanig opgesteld, respectievelijk ingericht en de lampen zodanig zijn afgeschermd, dat hinderlijke lichtstraling voor de fauna in de richtlijngebieden Waddenzee en Lauwersmeer wordt voorkomen.

2C. Passende Beoordeling Autonome ontwikkeling o.i.v. klimaatverandering

Inleiding

Momenteel verandert het klimaat relatief snel, waardoor een groot aantal externe natuurlijke vormende factoren in en rond de Waddenzee kunnen veranderen. Dit heeft invloed op de ecologische ontwikkeling van het gehele gebied en kan derhalve gaan interfereren met de activiteiten die door de mens worden gepleegd, waaronder gaswinning.

Veranderingen

De klimaatverandering wordt toegeschreven aan de toegenomen concentraties van CO_2 en andere broeikasgassen. De verhoogde CO_2-concentratie in het water tast hoogstwaarschijnlijk ook de mogelijkheid voor (schelp)kalkproductie aan. De exacte invloed van de klimaatverandering in de komende eeuw is nog niet goed bekend. Daarom wordt er in de praktijk van beleid en beheer gewerkt met een aantal waarschijnlijke scenario's, die samen de belangrijkste mogelijkheden weergeven (tabel 2.1). De gevolgen van al deze veranderingen, maar met name de veranderingen in de snelheid van zeespiegelstijging zullen hieronder kort besproken worden.

Tabel 2.1 Natte klimaatscenario´s voor Nederland (tot 2100) en droog (2050) (Bron: Bresser e.a. (2005) met de zeespiegelstijging-scenario's zoals gehanteerd door RWS voor de kust).

	Laag	Midden	Hoog	Droog (2050)
Temperatuur	+ 1°C	+ 2°C	+4 tot +6°C	+4 tot +6°C
Gemiddelde zomerneerslag	+1%	+2%	+4%	- 15%
Zomerverdamping	+4%	+8%	+16%	+19%
Gemiddelde winterneerslag	+6%.	+12%	+25%	n.b.
Jaarlijks maximum	+10%	+20%	+40%	n.b.
10-daagse winterneerslagsom	47 jaar.	25 jaar	9 jaar	n.b.
Zeespiegelstijging-snelheid	20 cm/eeuw	60 cm/eeuw	85 cm/eeuw	n.b.

Temperatuurtoename

De temperatuur van lucht boven het Waddengebied neemt toe. Door de geringe diepte volgt de watertemperatuur de luchttemperatuur sterk. De resulterende

opwarming leidt tot een invasie in het water en het omringende vasteland van allerlei soorten die warmere dan de oorspronkelijke condities prefereren. Tegelijk verdwijnen de soorten die koudere condities prefereren. Ook bestaat de mogelijkheid dat de seizoenale aanwezigheid van bepaalde soorten in de Waddenzee kan veranderen waardoor het ecosysteem verandert. Er zijn sterke aanwijzingen dat dit voor de garnaal al geldt (Beukema & Dekker, 2005): doordat deze predator eerder in het voorjaar aanwezig is in de Waddenzee maken de larven van invertebraten een geringere kans om zich met succes te kunnen vestigen. Het veranderde voedselaanbod kan op haar beurt weer invloed hebben op de vogelpopulaties. Inderdaad is er in de gehele Nederlandse tot en met Deense Waddenzee waargenomen dat de meeste steltlopers –die voor een deel afhankelijk zijn van schelpdieren- in aantallen achteruitgaan, terwijl de lepelaars– die door het eten van garnalen aan de kost kunnen komen- in de afgelopen jaren steeds meer broedsucces laten zien op de Waddeneilanden (Essink e.a., 2005). Resumerende: Door de temperatuursveranderingen kan verwacht worden dat het ecosysteem Waddenzee zoals we dat tot nog toe hebben gekend in ieder geval qua soortensamenstelling zal veranderen. De verwachting is echter dat gaswinning voor het Waddengebied en de Noordzeekustzone niet leidt tot cumulatieve effecten met temperatuursveranderingen mits deze winning binnen de gestelde randvoorwaarden gebeurd (zie ook onder bij zeespiegelstijging), omdat er zelfs inclusief de vorming van een initiële dalingschotel met geringe afmetingen (die nodig is om de sedimentaire reactie op gang te laten komen), er geen belangrijke invloed op de morfologie en daarmee (op basis van de huidige kennis) op de ecologie van de Waddenzee wordt uitgeoefend. Ook voor de Lauwersmeer worden geen belangrijke cumulatieve effecten verwacht van temperatuursstijging plus bodemdaling, omdat daar de bodemdalingeffecten vele malen kleiner zijn dan de al bestaande natuurlijke ontwikkeling.

Veranderingen neerslagpatronen

Ook voor de neerslagpatronen wordt verwacht dat deze sterk zullen veranderen (IPPC, 2001). Behoudens incidentele invloed van de neerslag zelf in het Waddengebied, wordt niet verwacht dat de neerslag en de bijbehorende piekafvoeren zullen leiden tot sterke veranderingen in de sedimentologie en ecologie in de Waddenzee zelf, behalve zeer lokaal bij spuipunten (zie ES-2 studies, Hoogenboom e.a., 2005). Net als voor temperatuursstijging geldt dat er geen belangrijke cumulatieve effecten worden verwacht v.w.b. de gaswinning binnen het Waddenzeegebied.

Voor het Lauwersmeer worden geen belangrijke cumulatieve effecten verwacht van veranderingen in neerslagpatronen plus bodemdaling, omdat daar de bodemdalingeffecten vele malen kleiner zijn dan de al bestaande natuurlijke ontwikkeling. De huidige schommelingen in de waterstanden betreffen een veelvoud van de verwachte bodemdaling als gevolg van de voorgenomen gaswinning (Beemster & Bijkerk, 2005). Bovendien wordt momenteel nagedacht over: 1) de mogelijkheid om een gedempt getij toe te laten in het Lauwersmeergebied en 2) de mogelijkheid om in de toekomst de afvoer naar de Lauwersmeer vanaf Friesland via een gemaal te laten verlopen, net als in Groningen al het geval is, waardoor het peilbeheer van het Lauwersmeer aan minder strikte grenzen kan worden gebonden.

Verandering zeespiegelstijgsnelheid

Door de hogere temperaturen neemt naar verwachting de zeespiegelstijgsnelheid toe, vooral door de (sterische) uitzetting van het opwarmende oceaanwater en in mindere mate door het smelten van landijs. In de Waddenzee wordt, op grond van waarnemingen, momenteel (2005) de relatieve zeespiegelstijging op circa 2,24

mm/jaar geschat, inclusief autonome bodemdaling. Voor de komende eeuw houdt het ministerie van V&W voor beheer en beleid rekening met een versnelling tot maximaal 8,5 mm/jaar (zie tabel 4.1). Gezien de onzekerheden in de hieraan ten grondslag liggende IPCC-scenario's wordt er door V&W uitgegaan van een abrupte versnelling van het huidige scenario (2 mm/jaar) naar de andere twee scenario's (6 en 8,5 mm/jaar). Deze aanpak is in het kader van de veiligheidsrisicobepaling voor zeewerende constructies een acceptabele, maar in de praktijk ligt een meer geleidelijke versnelling van de zeespiegelstijging meer in de rede. De zeespiegelstijgsnelheid stelt echter beperkingen aan de hoeveelheid "gebruiksruimte" die nog overblijft indien de randvoorwaarden voor de morfologie worden gerespecteerd. Gezien de duur van de nieuwe winningen (meer dan een decennium) wordt in deze Passende Beoordeling rekening gehouden met de mogelijkheid van een versnelling van de zeespiegelstijging (zie Bijlage C).

2D. Passende Beoordeling Per Vogel- en Habitatrichtlijngebied

Instandhoudingsdoelen, effecten en significantie per VHR-gebied

In het licht van de voorgenomen gaswinning zijn in paragraaf 2B van deze Passende Beoordeling in het kader van het RPB alle (mogelijk) relevante beschermde soorten en habitattypen opgesomd per VHR-gebied. Daaraan voorafgaand wordt aandacht besteed aan de bodemdalingsgerelateerde effecten, die op een of meer VHR-gebieden van invloed kunnen zijn. Binnen het aandachtsgebied zijn de bodemdalingeffecten van bestaande winningen en de ecologische doorwerking daarvan zorgvuldig gevolgd en besproken in de Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee (Oost e.a.,1998), de Bodemdalingstudie Waddenzee (Hoeksema e.a., 2004) en de bodemdalingstudie Ameland (2005). Uit het voorlaatste rapport blijkt dat volgens alle beschikbare wetenschappelijke kennis en gegevens het karakter van de Waddenzee door de bodemdaling als gevolg van bestaande gaswinning niet is veranderd.

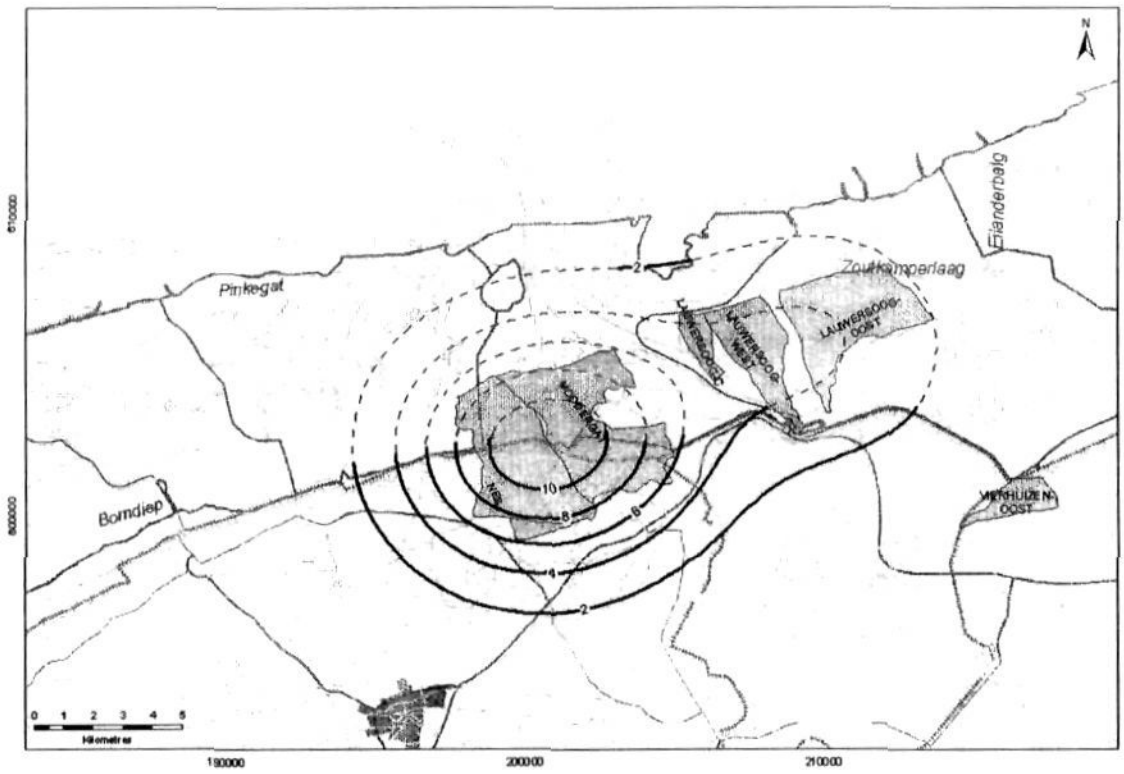
Bodemdaling

Onderscheiden worden (zie Figuur 2.1):

1) gebieden waar bodemdaling optreedt vanwege de voorgenomen gaswinning (Vogelrichtlijngebied Lauwersmeer). In het Lauwersmeergebied voltrekt zich momenteel een geleidelijke verruiging ten gevolge van afsluiting van het zoute water en van de getijdeninvloed. De afgenomen dynamiek van de waterstanden binnen het gebied en de afnemende invloed van brak grondwater werken dat in de hand. De door de voorgenomen gaswinning veroorzaakte bodemdaling werkt dit enigszins tegen.
2) idem, waarbij de bodemdaling geheel of gedeeltelijk wordt opgevangen door sedimentatie (Vogel- en Habitatrichtlijngebied Waddenzee). Voor de Waddenzee is het belangrijkste aandachtspunt het handhaven van de geomorfologische evenwichten.

   Een tweetal verschijnselen moet hierbij in aanmerking genomen worden:

   I De tijdvertraging tussen bodemdaling en opvulling.
   Voor een geomorfologische reactie van het Waddensysteem is eerst een verstoring nodig, voordat het systeem extra zand kan gaan invangen. Modelstudies geven aan dat hierdoor in eerste instantie de bodemdalingschotel aan het oppervlakte tot daling leidt, totdat de opvulling gelijke tred houdt met de bodemdaling. Na het beëindigen van de bodemdaling zal, bij voldoende gebruiksruimte, de schotel geleidelijk aan opvullen.



Figuur 2.1 Voorspelde bodemdaling in de periode tussen 2007 en 2040 (contouren in cm) ten gevolge van de voorgenomen gaswinning. Bron: NAM.

Op grond van eerdere modelberekeningen (Oost e.a., 1998 (IBW)), de beschikbare bodemdalingvolumina en met inachtneming van de randvoorwaarden is voor de nieuwe gasvelden de grootte geschat van dit achterstandseffect. Verwacht wordt dat ten gevolge van de nieuwe velden een daling optreedt van minder dan 0,6-1,1 cm gemiddeld over het Pinkegat (bijbehorend tijdelijk plaatareaalverlies in het kombergingsgebied 0,1-0,5%) en minder dan 0,5-0,8 cm gemiddeld over de Zoutkamperlaag (bijbehorend tijdelijk plaatareaalverlies 0,1-0,3%). Deze indicaties gelden als totaaleffect gedurende de gehele winningperiode. Er mag verwacht worden dat deze verstoring deels zal worden opgevuld nadat de piek van de gaswinning voorbij is. Deze verstoring is tot op heden voor geen van de gasvelden in de Waddenzee vastgesteld in lodingen en metingen ter plekke van de bodemdalingschotel zelf (Hoeksema e.a., 2004 (RIKZ)). Dit misschien met uitzondering van het Amelandveld waar het bijbehorende kombergingsvolume van het Pinkegat met circa 2,4 miljoen m^3 is toegenomen tijdens de winning (erratum op Hoeksema e.a., 2006). Hierbij kan ook de natuurlijke dynamiek een rol hebben gespeeld (Oost, interne notitie 2005).

II De naijlende bodemdaling.
Modelresultaten geven aan dat de bodemdalingsnelheid ten gevolge van voortgaande drukdaling in aanliggende watervoerende lagen in de eerste vijf jaar na de beëindiging van de winning circa 0,1-0,2 mm per jaar zal bedragen en daarna geleidelijk zal afnemen. Hiervan is op basis van de voorspellingen van de daling door NAM geconcludeerd dat er wetenschappelijk gezien

redelijkerwijs geen twijfel bestaat dat er geen schadelijke gevolgen zijn voor het morfologisch functioneren van het Pinkegat of de Zoutkamperlaag.

Naast daling ten gevolge van drukdaling binnen een gasveld kan ook daling optreden ten gevolge van drukdaling in de aanliggende en onderliggende watervoerende lagen (aquifers). Op geologische gronden wordt voor de velden in het voorgenomen project verwacht, dat de aquifer drukdaling beperkt blijft tot een blok dat door breuken wordt begrensd (deze zijn, zo blijkt uit waargenomen drukverschillen over die breuken- nagenoeg - impermeabel) (Figuur 2.1).

De daling t.g.v. aquifer-compactie zal –tenzij de druk kunstmatig door bijvoorbeeld injectie van water of kooldioxidegas op peil zou worden gehouden- een proces zijn, dat wel veel langzamer verloopt dan de directe daling t.g.v. gaswinning.

Dit aquifer-effect is op grond van informatie over de doorlatendheid (permeabiliteit) van het gesteente en de dimensies van de aquifer berekend door NAM. Voor de periode 2035 tot 2100 wordt een volume voorspeld van 0,26, resp. 0,08 miljoen m^3 voor de Zoutkamperlaag en Pinkegat, waarvan 0,1, resp. 0,03 miljoen m^3 al in de eerste vijf jaar na einde gaswinning optreedt. Het gaat hierbij dan ook om een zeer geringe dalingssnelheden van minder dan 0,1 tot 0,2 mm/jaar, die in de tijd verder afnemen. Aangezien de aan de gasvelden verbonden aquifers begrensd zijn tot breukblokken, is het uiteindelijke compactievolume ook daartoe beperkt en dus redelijk goed bekend.

Bij een positieve gebruiksruimte worden geen effecten van daling t.g.v. drukdaling in aquifers verwacht. In het bereik waarin de zeespiegelstijging het meegroeivermogen van de wadkommen zal overstijgen (negatieve gebruiksruimte), bedraagt de dalingssnelheid t.g.v. aquifer-naijling al snel minder dan 1% van de totale dalingssnelheid en die verhouding zal in de tijd alleen maar verder afnemen. 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 zeespiegelstijgsnelheid nog gebruiksruimte 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.

3) gebieden die niet dalen, maar die door extra zandonttrekking ten gevolge van de door bodemdaling veroorzaakte zandhonger zouden kunnen worden beïnvloed (Vogel- en Habitatrichtlijngebied Noordzeekustzone, Vogel- en Habitatrichtlijngebied Duinen Ameland, Vogel- en Habitatrichtlijngebied Duinen Schiermonnikoog). Zoals in hoofdstuk 1 aangegeven zullen deze door middel van suppleties op hun plek worden gehouden.

Om te weten hoe groot de relatieve bijdrage is aan het totaal van de benodigde suppleties op Ameland en Schiermonnikoog, zijn de al uitgevoerde

suppleties op een rijtje gezet in tabel 2.2 sinds de start van suppleren in het jaar 1980 (Prakken, pers. Com. RWS-Noord).

De kustsuppleties op Ameland-west en op de westkop van Ameland ter plaatse van het Bornrif tussen raai km 2.00 en km 3.00 zijn hierin niet opgenomen, omdat deze niet bijdragen aan de zandbehoefte voor oost-Ameland. De conclusie is dat ter voorkoming van de natuurlijke structurele erosie in de Noordzeekustzone van Ameland ca. 250.000 m^3/jaar nodig is. Ondanks de afbraak van het Bornrif, die een extra voedend transport naar Ameland-midden en Ameland-oost oplevert, is momenteel 500.000 m^3/jaar nodig voor het handhaven van de Basiskustlijn (BKL), waarvan de extra 250.000 m^3/jaar worden toegeschreven aan de bodemdaling t.g.v. de al bestaande gaswinning Ameland. Gezien de verwachte bodemdaling wordt ingeschat dat ook in de komende jaren nog ca. 500.000 m^3/jaar nodig zal zijn voor het handhaven van de BKL[7].

Tabel 2.2 Gemiddelde suppletiehoeveelheden in opeenvolgende decaden op basis van waarnemingen.

Periode	Volume gem. (m^3/jaar)	Ontwikkeling bodemdaling Ameland	Natuurlijke autonome ontwikkelingen
1980 –1990	210.000	Start bodemdaling	Opbouw Bornrif
1990 – 2000	510.000	Bodemdaling maximaal	Maximale afbraak Bornrif
2000 – 2010	500.000	Afname bodemdaling	Afbraak Bornrif neemt af

Voor de nieuwe velden berekenen Wang en Eysink (2005) dat de opvulling van Pinkegat en Zoutkamperlaag rond het jaar 2020 maximaal 215.000 m^3/jaar zal bedragen. Deze hoeveelheid sediment is afkomstig uit de Noordzeekustzone van Ameland en zal moeten worden aangevuld middels suppleties. Op basis van deze gegevens en de verwachting voor zandhonger ten gevolge van het Ameland-veld (270.000 kubieke meter rond 2000) is door RWS-Noord (pers. com. Ir. Prakken) de volgende verwachting opgesteld voor de kustsuppleties (tabel 2.3). De benadering van Wang is één met een lange reactietijd. Het is –ook al gezien de bevindingen bij Ameland- volgens andere modellen goed mogelijk dat de bevrediging van de zandhonger en daarmee de kustafslag al in enkele jaren na de opgetreden daling optreedt. In dat geval zou voor ca. 2016 al een zandhonger optreden van ca. 2,7 miljoen m^3. Om dit te op te vangen is ca. 300.000 m^3/jaar aan extra suppletiezand nodig tot ca. 2016, waarna de hoeveelheid te suppleren zand zal afnemen.

Resumerende: de extra suppleties benodigd om de zandonttrekking door de zandhonger als gevolg van de voorgenomen activiteit op te vangen zullen maximaal leiden tot een verdubbeling van de suppleties die nodig zijn voor de structurele erosie. Mocht de zandonttrekking aan de Noordzeezijde optreden in het eerste deel van de winningsperiode dan mag verwacht worden dat de dan bestaande zandsuppleties toe zullen nemen met ca. 55%. Op de enorme sedimentdynamiek in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag zullen deze suppleties niet op te merken zijn, behalve ter plekke van de suppleties zelf. Het is dan ook daar waar in deze PB de aandacht op wordt gericht (zie Vogelrichtlijngebied Noordzeekustzone).

[7] onder voorwaarde dat het Bornrif ruwweg nog de helft zal blijven leveren van de voor de bodemdaling Ameland benodigde hoeveelheden.

Tabel 2.3 Verwachte gemiddelde suppletiehoeveelheden tijdens de maximale vraag in opeenvolgende perioden (Prakken, pers. Com.).

Periode	Volume gem. (m^3/jaar)	Opmerking
2000 – 2010	520.000	Structurele erosie kustzone: 250.000 m^3/jaar Bodemdaling Ameland-oost: 270.000 m^3/jaar
2010 – 2015	540.000	Structurele erosie kustzone: 250.000 m^3/jaar Bodemdaling Ameland-oost + nieuwe velden: 290.000 m^3/jaar
2015 – 2020	465.000	Structurele erosie kustzone: 250.000 m^3/jaar Bodemdaling nieuwe velden: 215.000 m^3/jaar

Vogelrichtlijngebied Lauwersmeer

Op basis van de prognose van de bodemdaling van de nieuwe winning binnen het Lauwersmeer is een kleine toename van de inundatiekans van kleine delen van het gebied mogelijk in de Noordwest hoek nabij de Gerbrandyweg (Grontmij, in prep.).

Op grond van deze gegevens blijft de invloed van gaswinning onder het Lauwersmeer niettemin zo ruim binnen de grenzen van het voor dit gebied als onderdeel van het netwerk Natura 2000 toelaatbare, dat aantasting van de natuurlijke kenmerken van het vogelrichtlijngebied door de nieuwe winningen vrijwel uitgesloten moet worden geacht.

Er kunnen echter door cumulatie met de bestaande winning (Anjum, Ezumazijl, Kollumerpomp) kleine verschuivingen optreden voor wat betreft foerageermogelijkheden langs laaggelegen plaatranden. Voor de Bruine en Grauwe kiekendief kan deze verandering gevolg hebben voor een belangrijk prooidier van deze vogelsoorten, namelijk de veldmuis. Gezien het kleine areaal waar dit zal optreden bestaat er wetenschappelijk gezien redelijkerwijs geen twijfel dat er geen schadelijke gevolgen zijn op de aantallen Bruine en Grauwe kiekendief.

Voor de voornoemde en overige kwalificerende vogelsoorten zijn dit veranderingen die in het niet vallen bij de huidige andere autonome ontwikkelingen (verruiging en successie richting struweel en bos) binnen het Lauwersmeer. Overigens zijn de beschreven effecten voornamelijk toe te schrijven aan de huidige bodemdaling veroorzaakt door de bestaande gaswinning vanaf de locatie Anjum (Beemster et al., 2005).

Het nieuw aan te leggen gastransportleidingtracé tussen de locatie Lauwersoog en de locatie Anjum zou een mogelijk effect kunnen hebben op de aanwezige vogelwaarden binnen het Lauwersmeer. De transportleiding met een lengte van circa 8,7 km zal komen te liggen op circa 1 - 1,5 meter beneden maaiveld en heeft een diameter 30 cm. De aanleg van een aardgastransportleiding duurt ongeveer 3 tot 4 maanden. Aanleg vindt plaats in de berm van de Gerbrandyweg. Het aantal verkeersbewegingen op deze ontsluitingsweg is vrij hoog.

Tijdens de werkzaamheden zal de geluidsbelasting van het materieel zoveel mogelijk geminimaliseerd worden. Algemeen zullen maatregelen met betrekking tot de periode, werkwijze en de keuze van het materieel, worden genomen om de effecten op aanwezige vogelsoorten te minimaliseren. Om verstoring van wintergasten (kwalificerende soorten in het kader van de Vogelrichtlijn) te voorkomen moeten de werkzaamheden worden uitgevoerd voorafgaand aan de komst van deze vogelsoorten. Ook effecten op aanwezige broedvogels zijn afwezig als buiten het broedseizoen kan worden gewerkt. De meest geschikte periode om de

werkzaamheden uit te voeren is dan ook de periode begin juli – eind oktober. Een negatief gevolg van de tijdelijke verstoring van de aanwezige vogelsoorten in de beschermingszones is door voorwaarden op te nemen in de NB-wetvergunning 1998 te minimaliseren.

EFFECTEN	De effecten van de voorgenomen gaswinningsactiviteiten (in de vorm van een geringe daling van de bodem en de aanleg van een aardgasleiding vanaf Lauwersoog naar de locatie Anjum) op de kwalificerende vogelsoorten in het Lauwersmeer zijn op basis van de huidige kennis uit te sluiten. Er is een mogelijk effect op de Bruine en Grauwe kiekendief, maar dit effect wordt gering geacht gezien de autonome ontwikkeling binnen het gebied en worden om deze reden niet als significant aangemerkt. Mogelijke effecten als gevolg van de aanleg van de gastransportleiding zijn tijdelijk.
MITIGATIE	De tijdelijke effecten op aanwezige vogelwaarden zijn te minimaliseren door in de vergunningverlening voorwaarden op te nemen met betrekking tot het tijdstip van de activiteiten voor de aanleg van de gastransportleiding.
SIGNIFICANTIE	De effecten zullen volgens de eerder genoemde studies geen aantasting van de natuurlijke kenmerken tot gevolg hebben.

Vogelrichtlijngebied Waddenzee

De belangrijkste effecten die mogelijk kunnen optreden voor vogels zijn veranderingen in het voedselaanbod als gevolg van veranderingen in de sedimentsamenstelling en/of afname van het areaal waarop profijtelijk kan worden gefoerageerd en verlies van broedbiotoop of rustplaatsen. Als ten gevolge van daling van de bodem de overstromingsfrequentie van broedlocaties zou toenemen, zou dit eveneens een effect kunnen hebben op de aanwezige aantallen broedvogels.
Uitvoerige informatie over het dieet van de verschillende wadvogels wordt gegeven in Leopold et al. (2004). Omdat er echter geen effecten op de sedimentsamenstelling van de bodem en daarom ook niet op de bodemdieren verwacht worden, zal het voedselaanbod voor de verschillende wadvogels niet veranderen als gevolg van de voorgenomen gaswinning. In de studie van Brinkman en Ens (1998) wordt de voorspelde areaalveranderingen als gevolg van de voorgenomen gaswinning ingeschat op minder dan een half procent plaatoppervlak binnen de hele Waddenzee. Effecten daarvan op wadvogels op basis van simulaties werden als niet significant bestempeld. Bij grotere veranderingen, zoals opgetreden bij Ameland, zijn eveneens geen effecten op wadvogels aangetoond als gevolg van de optredende bodemdaling (Kersten, 2005). Concluderend kan gesteld worden dat de voorspelde bodem- en plaatoppervlaktedaling van een dusdanige beperkte omvang is, dat geen waarneembare effecten op foeragerende vogelaantallen te verwachten zijn.

Extra vernatting van broedgebieden zal bij de voorspelde bodemdaling zeer waarschijnlijk niet optreden en daardoor zijn negatieve effecten op broedvogels dan ook onwaarschijnlijk. De gevolgen van maximaal een half procent aan (tijdelijk) areaalverlies aan droogvallende wadplaten (zie ook Wang en Eysink, 2005) zullen niet te meten zijn aan veranderingen in foeragerende vogeldichtheden gezien de natuurlijke variatie (Brinkman en Ens, 1998). Uitgebreide studies (Brinkman en Ens, 1998) voor het gebied, waar de extra bodemdaling zal gaan optreden, hebben aangetoond dat de mate van areaalverlies zoals voorspeld voor het Pinkegat en de Zoutkamperlaag ook geen meetbare effecten zullen hebben op foeragerende vogels.

Uitgaande van de voorspelde bodemdaling als gevolg van de nieuwe winningen is de verwachting dat er geen negatieve effecten op de broedende vogels in de kwelders zullen optreden. Vernatting van gebieden zoals op Ameland wordt niet voorspeld omdat de voorziene gaswinning geen directe extra daling van de bodem op Ameland of Schiermonnikoog veroorzaakt[8].
Broedvogels mogen niet worden verstoord op basis van de Flora- en Faunawet (FFW) en de NB-wet 1998. In een dergelijk geval dienen werkzaamheden te worden beperkt tot periodes waarvan zeker is dat er geen broedvogels worden verstoord.

EFFECTEN	De effecten van de nieuwe activiteiten op de kwalificerende vogelsoorten van de Waddenzee zijn op basis van de huidige kennis en te stellen randvoorwaarden aan de activiteit uit te sluiten.
MITIGATIE	Geen constructieactiviteiten in het broedseizoen in of nabij bekende broedgebieden.
SIGNIFICANTIE	De effecten zullen volgens de eerder genoemde studies geen aantasting van de natuurlijke kenmerken tot gevolg hebben.

Vogelrichtlijngebied Noordzeekustzone
Zoals gesteld zal de kust door de van te voren uit te voeren suppleties haar positie behouden, waardoor de Noordzeekustzone en de Duinen van Ameland en Schiermonnikoog zich niet landwaarts zullen terugtrekken. De mogelijk optredende locale effecten zijn beperkt tot vogelsoorten, die afhankelijk zijn van de daar aanwezige schelpdiervoorkomens in de vorm van bijvoorbeeld Ensis en Spisula. Als, ten gevolge van extra zandsuppleties nodig om aan de extra zandvraag binnen de kombergingsgebieden te voldoen, dergelijke banken worden bedolven, dan kan dat van invloed zijn op aantallen mogelijk ter plekke foeragerende zwarte zee-eenden en/of eidereenden. Dit mogelijke effect moet worden voorkomen door vooraf een inventarisatie uit te voeren van de schelpdiervoorkomens. De locatie waar de zandsuppletie wordt uitgevoerd kan in dat geval worden aangepast waardoor sterfte van Ensis en Spisula kan worden voorkomen. Deze extra zandsuppleties kunnen mee worden genomen bij de reguliere zandsuppleties zonder dat er ten gevolge van deze extra suppleties negatieve effecten zullen optreden aan de natuurlijke kenmerken van het gebied.

EFFECTEN	De mogelijke indirecte effecten van de voorgenomen gaswinningsactiviteiten op de kwalificerende vogelsoorten van de Noordzeekustzone zijn beperkt tot de soorten welke in meer of mindere mate afhankelijk zijn van Spisula en/of Ensis.
MITIGATIE	Voorafgaande aan zandsuppleties door Rijkswaterstaat een inventarisatie uitvoeren van deze schelpdiervoorkomens en deze locaties mijden
SIGNIFICANTIE	De effecten zullen (middels randvoorwaarden) geen aantasting van de natuurlijke kenmerken tot gevolg hebben.

Vogelrichtlijngebied Duinen Ameland
Uit de evaluatie van de bodemdaling op Ameland (Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland, 2000 en 2005) zijn geen aanwijzingen dat er effecten voor de genoemde broedvogels als gevolg van de opgetreden bodemdaling

[8] Zie bespreking Vogel- en Habitatrichtlijngebied Schiermonnikoog later in dit hoofdstuk.

aanwezig zijn. Voor wat betreft de vogels die op het wad voedsel zoeken en bij hoog water op Ameland-Oost rusten moet worden geconcludeerd dat er, net als bij de evaluatie in 1995, geen aanwijzingen zijn dat hun aantallen zijn veranderd door de bodemdaling. Deze conclusie heeft niet alleen betrekking op de totale aantallen vogels, maar ook op de aantallen van de individuele soorten. De aantalsontwikkelingen waren vergelijkbaar met die in het belangrijkste referentiegebied, de Boschplaat op Terschelling. De vergelijking met de rest van Ameland en de Engelsmanplaat leverde evenmin aanwijzingen op voor effecten van bodemdaling. In een enkel geval bleek dat er uitwisseling plaats vond tussen deze nabijgelegen gebieden.
De aantallen broedvogels van de kwelder van De Hon waren ongeveer constant of fluctueerden zonder trend. Er lijkt dus geen negatief effect van bodemdaling op de *broedvogelstand te zijn geweest. In het geval van de nieuwe winningen zijn er geen* effecten op de Amelander kwelders te verwachten, omdat van extra bodemdaling op die locaties geen sprake is.

Concluderend kan gesteld worden dat:

- voor de broedvogels geen negatieve effecten zullen optreden
- de voorspelde extra bodem- en plaatoppervlaktedaling in de Waddenzee van een dusdanige geringe omvang is dat geen waarneembare effecten op de huidige foeragerende vogelaantallen te verwachten zijn.

Vogelsoorten

EFFECTEN	De effecten van de nieuwe activiteiten op de kwalificerende broedvogelsoorten van Duinen Ameland zijn op basis van de huidige kennis en randvoorwaarden uit te sluiten.
MITIGATIE	-
SIGNIFICANTIE	De effecten zullen volgens de eerder genoemde studies geen aantasting van de natuurlijke kenmerken tot gevolg hebben.

Vogelrichtlijngebied Duinen Schiermonnikoog

Vernatting van de broedgebieden in de duinen zal niet optreden als gevolg van de nieuwe gaswinning en daarom zijn negatieve effecten op broedvogels dan ook uit te sluiten. Ook de voorspelde extra bodem- en plaatoppervlaktedaling in de Waddenzee is van een dusdanige geringe omvang dat geen waarneembare effecten op de huidige foeragerende vogelaantallen te verwachten zijn.

EFFECTEN	De effecten van de nieuwe activiteiten op de kwalificerende broedvogelsoorten van Duinen Schiermonnikoog zijn op basis van de huidige kennis en randvoorwaarden uit te sluiten.
MITIGATIE	-
SGNIFICANTIE	De effecten zullen volgens de eerder genoemde studies geen aantasting van de natuurlijke kenmerken tot gevolg hebben.

Habitatrichtlijngebied Waddenzee

Beschrijving mogelijke effecten op de aanwezige habitattypen Waddenzee

Binnen het gebied waar invloed van de te ondernemen activiteit op kan treden is het habitattype 1130 (Estuaria) niet aanwezig.

Habitattypes die wel aanwezig zijn binnen het gebied waar mogelijke effecten kunnen optreden zijn:

Habitattype 1110: Permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken en habitattype 1140: Bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten

De gevolgen voor de bodemsamenstelling zijn niet significant (zie ook Wang & Eysink 2005). De natuurlijke sortering van sediment door het getij zal niet veranderen, omdat de hydraulische condities in de geulen en op de platen nauwelijks zullen veranderen als gevolg van de bodemdaling door de voorgenomen gaswinning. Daardoor zal er op basis van de huidige inzichten weinig effect optreden met betrekking tot de sedimentsamenstelling.

Voor het Pinkegat wordt de bodemdaling vooral veroorzaakt door het Amelandveld, dat sinds 1986 in productie is. Het grootste deel van de effecten van de aldaar opgetreden bodemdaling zou inmiddels zichtbaar moeten zijn. Op basis van de uitgevoerde monitoring bestaat er wetenschappelijk gezien redelijkerwijs geen twijfel dat er geen veranderingen met schadelijke gevolgen zijn opgetreden, die konden worden toegeschreven aan de door de gaswinning veroorzaakte bodemdaling (Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland, 2000, 2005). De extra effecten van gaswinning uit de nieuwe velden zijn in verhouding tot de winning in het Amelanderveld te verwaarlozen, zolang aan de geformuleerde randvoorwaarden wordt voldaan.

De totale, tijdelijke afname aan plaatareaal als gevolg van gaswinning uit alle nieuwe velden samen wordt binnen de beschouwde kombergingsgebieden geschat op minder dan 0,5%. De grenzen van de natuurlijke variatie in dit gebied worden hierdoor niet overschreden. Voor de Zoutkamperlaag zijn qua bodemdaling vooral de nieuwe gasvelden van belang. Het maximale, tijdelijke verlies ten gevolge van de nieuwe velden wordt geschat op minder dan een half procent van het totale plaatareaal binnen dit kombergingsgebied (zie ook Wang en Eysink,2005). Het geomorfologisch evenwicht en de natuurlijke kenmerken worden hierdoor niet aangetast.

1310 Eénjarige pioniersvegetaties van slik- en zandgebieden met Salicornia ssp. en andere zoutminnende soorten; 1320 Schorren met sljkgrasvegetatie (Spartinion maritimae) en 1330 Atlantische schorren (Glauco-Puccinellietalia maritimae)

Uitgaande van de gemiddelde jaarlijkse netto opslibbingswaarden is er voor de midden en lage kwelder, waarbinnen zich Habitattype 1330: Atlantische schorren (Glauco-Puccinellietalia maritimae) en (secundaire) pionierzone (Habitattype 1310 en 1320) bevinden, wetenschappelijk gezien redelijkerwijs geen twijfel dat er geen schadelijke gevolgen zullen optreden (zie ook Meesters, E. et al., 2005). Dit geldt ook voor de aanwezige kwelders langs de kust. Voor het kwelderdeel van de Peazemerlannen blijkt dat de opslibbingsbalans nauwelijks door de bodemdaling wordt beïnvloed. Zowel in de primaire pionierzone achter de stormdoorbraak, de kommen, de lage kwelder als op de middenkwelder blijft de opslibbingsbalans

positief, zelfs met inachtneming van een zeespiegelstijging die ruim boven de 2 mm/jaar zou uitstijgen.

Met het toenemen van de leeftijd van de aanwezige vegetatietypen ontwikkelt de begroeiing zich (als gevolg van de natuurlijke ontwikkeling van de kwelderbegroeiing) naar de vegetatie van de hoge kwelder. Daardoor neemt de biodiversiteit van een volledig scala aan zoutplantenvegetaties af (Meesters et al., 2005). Bodemdaling door gaswinning vertraagt deze successie. De tijdelijke verlaging van de opslibbing gaat de veroudering van de kweldervegetatie tegen. Dat is positief, maar de bodemdaling is niet langdurig en groot genoeg om dat probleem op te lossen.

Op grond van de voorspelling voor het kwelderdeel van de Peazemerlannen worden er vanwege de hogere ligging eveneens geen effecten op het kweldertje bij Wierum verwacht; de kliferosie bij Wierum zal onveranderd doorgaan tot aan de dijkvoet, die al bijna bereikt is. Vanwege de geringe bodemdaling van in totaal 2-4 cm worden geen effecten op het kweldertje bij 't Schoor verwacht (Dijkema et al., 2004, Meesters, E. et al., 2005).

Voor het zomerpolderdeel van de Paezumerlannen is de situatie anders. Dit deel van het gebied wordt aan de zeezijde door een zomerkade van ongeveer 2,3 m hoog beschermd tegen zeewater, hetgeen inhoudt dat het gebied alleen bij stormvloeden onderloopt, hetgeen slechts incidenteel (eens per 2 a 4 jaar) het geval is, uitsluitend in herfst en winter. Daardoor is er praktisch geen opslibbing. Bodemdaling zal hier dan ook werkelijk leiden tot verlaging van het maaiveld. De vegetatie van een zomerpolder is te vergelijken met die van een kwelder met een maaiveldhoogte die even hoog is als de zomerkade. In dit geval is dat habitatype 1330, in een vorm zoals die op zeer hoog opgeslibde vastelandskwelders kan worden gevonden. Aangezien behalve het maaiveld ook de hoogte van de zomerkade door bodemdaling (van 2m 30 naar 2m 20) zal verminderen zal de vegetatie van de zomerpolder ook gaan horen bij die van een iets minder hoge kwelder. Het verschil in vegetatie bij deze hoogte is gering, en bovendien niet ongunstig voor de natuur. Gezien de hoogte van de zomerkade worden in het broedseizoen, ook na bodemdaling, geen overspoelingen in het broedseizoen verwacht (Dijkema *et al.* 2001, 2004).
Zomerpolders worden doorgaans ontwaterd door middel van klepduikers die er voor zorgen dat eventueel binnengedrongen vloedwater in de loop van een aantal dagen weer wordt afgevoerd naar het wad. Mogelijk zal de zomerpolder plaatselijk iets natter kunnen worden, maar naar verwachting zal de gemiddelde ontwateringstoestand niet wezenlijk veranderen.
Op grond hiervan wordt verwacht dat geen significante effecten zullen optreden op habitattype 1330 in de zomerpolder van de Paezumerlannen. Voor de volledigheid zij vermeld dat uit oogpunt van natuur-herstel in het verleden is nagedacht over verkweldering van de zomerpolder, waarbij het karakter zou overgaan van een zeer hoge naar een lage tot middelhoge kwelder. Een dergelijke maatregel zou, los van bodemdaling, ook in de toekomst mogelijk blijven.

2110 Embryonale wandelende duinen; 2120 Wandelende duinen op de strandwal met Ammophila arenaria ('witte duinen') en 2130 Vastgelegde kustduinen met kruidvegetatie ('grijze duinen')

Het type 2110 wordt aangetroffen op aangroeiende kusten, waar deze begroeiing het eerste stadium in de duinvorming vertegenwoordigt. Dergelijke embryonale duinen komen voor op hoge delen van het strand, doorgaans aan de voet van Helmduinen (type 2120), waar ze door verdere opstuiving in kunnen overgaan. Sterke windwerking kan er voor zorgen dat de duintjes slechts een kort leven beschoren is; eventueel kunnen dan op andere plekken in het gebied nieuwe embryonale duinen

gevormd worden. De beste voorbeelden van het type worden gevonden op plekken waar de kust niet is vastgelegd, zoals in delen aan de uiteinden van de Waddeneilanden. Op Engelsmanplaat en het noordelijk daarvan gelegen Rif kwam/komt dit type habitat eveneens voor. Als ten gevolge van een grotere zandvraag het maaiveld van dergelijke platen zou gaan dalen, dan zal dit habitattype moeilijker kunnen ontstaan. Voor Engelsmanplaat wordt op grond van een cyclische ontwikkeling (70-110 jaar) een natuurlijke verlaging verwacht; deze doet zich inderdaad voor (Oost, 1995; RIKZ, 2004). Voor het Rif zelf wordt daarentegen geen verlaging verwacht. Tot 2003 deed zich inderdaad geen verlaging voor. Na 2003 geven directe observaties mogelijk enige verlaging aan, met name na een storm. Deze ontwikkeling zou kunnen samenhangen met de grote zandvraag aan de noordzeezijde t.g.v. de Amelandwinning. Nader onderzoek zal kunnen uitwijzen of dit inderdaad het geval is. Aangezien daling t.g.v. de voorgenomen activiteit van te voren wordt aangevuld door extra zandsuppleties wordt er geen extra zandtekort veroorzaakt door de nieuwe gaswinning waar het de voeding van het Rif betreft.

Habitattype 2130 wordt hier niet verder besproken omdat dit door de natuurlijke hoogteligging gelegen is buiten de directe invloedssfeer van de nieuwe winning.

Beoordeling (mogelijke) effecten op aanwezige habitattypen

[redacted]	[redacted]
[redacted]	Geringe bodemdaling, die volgens de recent uitgevoerde studies en de daarin aangehaalde bronnen geheel gecompenseerd wordt door sedimentatie en daardoor wegvalt tegen de natuurlijke variatie en dynamiek van het Waddensysteem.
[redacted]	Een monitoringssysteem dat berust op nauwkeurige proceskennis voorziet erin dat de winningen tijdig verminderd of *gestopt kunnen worden in geval de bodemdaling of niet* voorziene ecologische effecten onaanvaardbaar groter blijken te zijn dan op basis van de huidige kennis kan worden ingeschat.
[redacted]	Er zal, op basis van de genoemde studies, geen aantasting van de natuurlijke kenmerken plaatsvinden.

[redacted]	[redacted]
[redacted]	Er vindt van nature bodemverhoging op de kwelders (1310/1320/1330) plaats, die in het algemeen groter is dan de bodemdaling. De bodemdaling door geologische processen en gaswinning (en de zeespiegelrijzing) remmen dus in feite de bodemverhoging door opslibbing af. Dit kan zelfs als gunstig worden beoordeeld, omdat het de "veroudering" van kwelders, waarbij de natuurwaarde afneemt, tegengaat. Waar toch enige netto bodemdaling resulteert, zullen hooguit kleine verschuivingen in de aanwezige levensgemeenschappen

	optreden, en waar dit gebeurt vertragen die de natuurlijke successie.
	Een monitoringssysteem dat berust op nauwkeurige proceskennis voorziet erin dat de winningen tijdig verminderd of gestopt kunnen worden in geval de bodemdaling of de ecologische effecten zich anders dan voorzien lijken te ontwikkelen.
	Op basis van de eerder genoemde studies zal er geen aantasting van de natuurlijke kenmerken plaatsvinden.

Beschrijving mogelijke effecten op de aanwezige, in de richtlijn genoemde soorten (Waddenzee)

Voor de Fint, Zeeprik en Rivierprik zijn weinig gegevens voorhanden. Hoe veranderingen in plaathoogte en geuldiepte een effect op deze soorten zouden kan hebben is alleen voor te stellen bij extreme veranderingen (bijvoorbeeld dichtslibben van geulen waardoor de trekroute zou kunnen worden afgesloten). Gezien de verwachte minimale veranderingen als gevolg van de voorgenomen gaswinning moet het hoogst onwaarschijnlijk worden geacht dat deze op de een of andere manier zou kunnen leiden tot een afname van deze vissoorten. Onderzoek verricht bij de Sluizen van Kornwerderzand (Afsluitdijk) laat zien dat met betrekking tot de passeerbaarheid van dergelijke kunstwerken de stroomsnelheid bij de spuilocatie van groot belang is (Jager, 1999). Deze stroomsnelheid laat zich –indien noodzakelijk- goed sturen en hoeft derhalve geen beperkende factor te zijn in de migratie van genoemde vissoorten.

De enige kwalificerende plantensoort volgens de Habitatrichtlijn voor de SBZ Waddenzee, de Groenknolorchis (*Liparis loeselii*), is een vrij zeldzame soort binnen het waddengebied. De soort komt binnen het waddengebied voornamelijk voor in natte en vochtige duinvalleien.
De Groenknolorchis is thans een redelijk algemeen voorkomende soort in het oostelijk duingebied van Ameland. Verder komt de soort, binnen het gebied waar mogelijke invloeden van de gaswinning plaats kunnen vinden, voor in de duinen van Schiermonnikoog en binnendijks in het Lauwersmeer (Janssen en Schaminée 2004). De voorgenomen gaswinning is niet van invloed op het duingebied, waardoor er geen effect zal kunnen optreden met betrekking tot de Groenknolorchis.

De conclusie van Meesters et al. (2005) is met betrekking tot de Gewone en Grijze zeehond duidelijk. Ondanks het tijdelijk verlies aan plaatareaal in het gebied zoals hierboven geschat, blijft het areaal binnen de natuurlijke variatie. Hierdoor zal het zo goed als onmogelijk zijn dat de voorgenomen gaswinning zal leiden tot veranderingen in zeehondendichtheden op de platen. De afname in areaal is dusdanig klein dat er voor de zeehonden nog meer dan genoeg ruimte overblijft om te zogen en te verharen. Invloed op de foerageermogelijkheden voor zeehonden zijn uitgesloten.

In de voorlopige Instandhoudingsdoelstelling voor het PKB-gebied Waddenzee wordt ook nog de Noordse woelmuis genoemd als te beschermen soort. Deze soort komt voor op Texel. Effecten van de voorgenomen gaswinning op deze soort zijn *uitgesloten, gezien de afstand tussen het leefgebied van de soort en de* kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag.

Beoordeling (mogelijke) effecten op aanwezige, in de richtlijn genoemde soorten

1095	Zeeprik
1099	Rivierprik
	Fint
[redacted]	gezien de verwachte minimale veranderingen is het hoogst onwaarschijnlijk dat de voorgenomen gaswinning op de een of andere manier zou kunnen leiden tot een afname van deze vissoorten.
[redacted]	-
[redacted]	Er zal geen aantasting van het voorkomen van de genoemde soorten plaatsvinden.

1903	Groenknotorchis
[redacted]	Door daling van het maaiveld ten opzichte van de grondwaterspiegel zouden groeiplaatsen van deze soort ongeschikt kunnen worden. Doordat de nieuwe winning naar verwachting bij de groeiplaatsen geen extra daling zal veroorzaken zijn er geen effecten van de nieuwe winning te verwachten.
[redacted]	-
[redacted]	Er zal geen aantasting van het voorkomen van de soort optreden.

1364	Grijze zeehond
1365	Gewone zeehond
[redacted]	Het plaatareaal blijft binnen de natuurlijke variatie, zodat effecten op zeehonden kunnen worden uitgesloten
[redacted]	-
[redacted]	Volgens de eerder genoemde studies zullen de soorten Grijze zeehond en Gewone zeehond geen schade lijden.

Habitatrichtlijngebied Noordzeekustzone

Het aanwezige habitattype in de Noordzeekustzone betreft:

1110 Permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken

De aanwezige soorten zijn:

Zeeprik
Rivierprik
Fint
Bruinvis
Grijze zeehond
Gewone zeehond

De effecten van de voorgenomen gaswinning op het habitattype 1110 Permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken

De gevolgen voor de bodemsamenstelling zijn niet significant (vergelijk ook Wang & Eysink 2005). De natuurlijke sortering van sediment door het getij zal niet veranderen omdat de hydraulische condities in de geulen en op de platen nauwelijks zullen veranderen als gevolg van de voorgenomen gaswinning. Hierdoor zal er weinig effect optreden met betrekking tot de sedimentsamenstelling. Voor het Pinkegat wordt de bodemdaling vooral veroorzaakt door het Amelandveld, dat sinds 1986 in productie is. *Het grootste deel van de effecten als gevolg van de aldaar opgetreden* bodemdaling heeft reeds plaatsgevonden. De extra effecten van gaswinning uit de nieuwe velden zijn in verhouding tot de winning in het Amelanderveld te verwaarlozen zolang aan de geformuleerde randvoorwaarden met betrekking tot zandsuppletie wordt voldaan.

Beoordeling (mogelijke) effecten op aanwezige habitattypen

	De extra zandvraag (als gevolg van de bodemdaling in de Waddenzee) vanuit de Noordzeekustzone zou mogelijk effect kunnen hebben op de Noordzeekustlijn van Ameland.
	Door de extra zandvraag ten gevolge van de bodemdaling te dekken door suppletie op de vooroever van Ameland kan een mogelijk effect op de kustlijn worden voorkomen. Een monitoringssysteem dat berust op nauwkeurige proceskennis voorziet erin dat de winningen tijdig verminderd of gestopt kunnen worden in geval de bodemdaling of niet voorziene ecologische effecten onaanvaardbaar groter blijken te zijn dan op basis van de huidige kennis kan worden ingeschat.
	Op basis van de eerder genoemde studies zal geen aantasting van de natuurlijke kenmerken optreden indien de algemeen *geformuleerde randvoorwaarden in acht worden genomen.*

De effecten op de aanwezige soorten.
Voor de Fint, Zeeprik en Rivierprik zijn weinig gegevens voorhanden. Gezien de verwachte minimale veranderingen als gevolg van de voorgenomen gaswinning moet het hoogst onwaarschijnlijk geacht worden dat dit op de een of andere manier zou kunnen leiden tot een afname of aantasting van de staat van instandhouding van deze vissoorten.

Op basis van Reijnders et al. (2005) en Meesters et al. (2005) zijn er met betrekking tot de Gewone en Grijze zeehond geen aanwijzingen dat er effecten kunnen optreden. Ondanks het verlies aan plaatareaal in het gebied zoals hierboven geschat, blijft het areaal binnen de natuurlijke variatie (zie ook Wang & Eysink, 2005). Hierdoor zal het zo goed als onmogelijk zijn dat veranderingen in zeehondendichtheden op de platen zullen optreden als gevolg van de voorgenomen gaswinning. De afname in areaal is dusdanig klein dat er voor de zeehonden nog meer dan genoeg ruimte overblijft om te zogen en te verharen. Invloed op de foerageermogelijkheden voor zeehonden is uitgesloten.

De Bruinvis (*Phocoena phocoena*) is de kleinste walvissoort in de Europese kustwateren. De Bruinvis wordt in relatief ondiep water (tot 200 m diepte)

waargenomen langs kusten en baaien en zwemt ook af en toe de rivieren op. De soort leeft overwegend solitair of in kleine groepen.
Het aantal exemplaren in de Noordzeekustzone valt moeilijk aan te geven. Voor zover bekend ligt het belangrijkste voortplantingsgebied in het Duitse deel van de Noordzee ten westen van het Waddeneiland Sylt. Sinds midden jaren negentig is het aantal Bruinvissen dat jaarlijks wordt gezien in ons deel van de Noordzee en ook in de kustzône sterk toegenomen (Janssen & Schaminée 2004, Brasseur *et al.* 2005). Gezien de mogelijke effecten van de voorgenomen gaswinning is het echter uit te sluiten dat er effecten op deze soort zouden kunnen optreden.

Beoordeling (mogelijke) effecten op aanwezige, in de richtlijn genoemde soorten

	gezien de verwachte veranderingen is het hoogst onwaarschijnlijk dat de voorgenomen gaswinning op de een of andere manier zou kunnen leiden tot een afname van deze vissoorten.
	-
	Op basis van de huidige kennis geen schade voor de genoemde soorten.

	gezien de verwachte veranderingen is het hoogst onwaarschijnlijk dat de voorgenomen gaswinning op de een of andere manier zou kunnen leiden tot een afname van deze soorten.
	-
	Op basis van de huidige kennis geen schade voor de genoemde soorten.

	Bruinvis
	gezien de verwachte veranderingen is het hoogst onwaarschijnlijk dat de voorgenomen gaswinning op de een of andere manier zou kunnen leiden tot een afname van deze soort .
	-
	Op basis van de huidige kennis geen schade voor de genoemde soorten.

Habitatrichtlijngebied Duinen Ameland

Aanwezige habitats:

2110 Embryonale wandelende duinen
2120 Wandelende duinen op de strandwal met Ammophila arenaria ('witte duinen')

2130 *Vastgelegde kustduinen met kruidvegetatie ('grijze duinen')
2140 *Vastgelegde ontkalkte duinen met Empetrum nigrum
2160 Duinen met Hippophae rhamnoides
2170 Duinen met Salix repens ssp. argentea (Salicion arenariae)
2190 Vochtige duinvalleien

Soorten:
1903 Groenknolorchis

*=prioritair habitattype

De effecten van de voorgenomen gaswinning op de habitattypen voorkomend binnen 'Duinen Ameland'

2110 Embryonale wandelende duinen: Dit habitattype wordt aangetroffen op aangroeiende kusten, waar deze begroeiing het eerste stadium in de duinvorming vertegenwoordigt. Dergelijke embryonale duinen komen voor op hoge delen van het strand, doorgaans aan de voet van Helmduinen (habitattype 2120), waar ze door verdere opstuiving in kunnen overgaan. Sterke windwerking kan er voor zorgen dat de duintjes slechts een kort leven beschoren is; eventueel kunnen dan op andere plekken in het gebied nieuwe embryonale duinen gevormd worden. De effecten van de voorgenomen gaswinning zijn met grote zekerheid niet van invloed op dit habitattype zolang de aanvoer van zand vanuit de kustzone niet wordt beïnvloed en de kust voldoende breed is De in de randvoorwaarden opgenomen extra suppleties zullen dergelijke mogelijke aantasting voorkomen.

2120 Wandelende duinen op de strandwal met Helm (*Ammophila arenaria*) ('witte duinen'): Duinen met Helm die de buitenste duinengordel van de kust (de zeereep) vormen, zijn een zelfstandig habitattype volgend op habitattype 2110. De effecten van de voorgenomen gaswinning zijn met grote zekerheid niet van invloed op dit habitattype zolang de aanvoer van zand vanuit de kustzone in stand blijft en de kust voldoende breed is (e.e.a. is dus mede afhankelijk van het suppletiebeleid van RWS).

2130 Vastgelegde kustduinen met kruidvegetatie ('grijze duinen'): voor dit habitattype is het (gezien hun hoogteligging) onwaarschijnlijk dat de voorgenomen gaswinning een negatieve invloed uit zou kunnen oefenen.

2140 Vastgelegde ontkalkte duinen met Kraaiheide (*Empetrum nigrum)*: ook voor dit habitattype is het onwaarschijnlijk (gezien hun hoogteligging dat de voorgenomen gaswinning van invloed zou kunnen zijn.

2160 Duinen met Duindoorn (*Hippophae rhamnoides)*: in de begin jaren negentig is er sterfte van Duindoorn opgetreden binnen dit habitattype op Ameland, voor zover die duindoorns op lage plekken groeiden. De oorzaak was een samenloop van extreme hoogwaterstanden in combinatie met de bodemdaling als gevolg van gaswinning. Het effect van de natuurlijke dynamiek voerde de boventoon, maar in mindere mate heeft ook de bodemdaling bijgedragen tot de sterfte. De voorgenomen gaswinning zal met een grote mate van waarschijnlijkheid niet van invloed kunnen zijn op dit habitattype, omdat op deze locaties geen extra bodemdaling als gevolg van de voorgenomen gaswinning wordt verwacht.

2170 Duinen met Kruipwilg (*Salix repens ssp. Argentea*, plantengemeenschap Salicion arenariae): ook voor dit habitattype geldt dat het niet aannemelijk is dat de voorgenomen gaswinning van invloed kan zijn,

2190 Vochtige duinvalleien: uit evaluatie van de ontwikkeling van dit habitattype bij de gaswinning op Ameland (Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland, 2000) blijkt dat de (grond)waterstand ten opzichte van het maaiveld hoger is geworden als gevolg van de bodemdaling door de huidige gaswinning vanuit het Amelanderveld. Bovendien is er vaker inundatie met zeewater mogelijk. Er vindt op die locaties een ontwikkeling plaats naar meer zoutminnende vegetatietypen op de lage delen van de vochtige valleien. De effecten van de voorgenomen gaswinning zijn echter met grote zekerheid niet van invloed op dit habitattype omdat daling als gevolg van de extra winning niet wordt voorzien.

Beoordeling (mogelijke) effecten op aanwezige habitattypen

EFFECTEN	Deze habitattypen bestaan bij de gratie van zandaanvoer vanuit de vooroever. Als er tengevolge van een grotere zandhonger richting achterliggende kombergingsgebieden een vermindering van aanvoer plaats gaat vinden, dan kunnen negatieve effecten op deze habitats optreden.
MITIGATIE	Voorkomen dat er vermindering van zandaanvoer vanuit de vooroever plaats gaat vinden middels extra zandsuppleties.
SIGNIFICANTIE	Op grond van deze Passende Beoordeling kan geconcludeerd worden dat de zekerheid is verkregen dat de voorgenomen gaswinning de natuurlijke kenmerken van de hierboven genoemde habitattypen binnen het PKB-gebied niet zal aantasten indien extra zandsuppletie als randvoorwaarde in acht wordt genomen.

EFFECTEN	Bodemdaling uit zich in een grotere overstromingsfrequentie van de lager gelegen duingebieden met een overstromingsdrempel, en in een daling van het maaiveld ten opzichte van de grondwaterstand. In de praktijk worden deze invloeden eerder positief dan negatief gewaardeerd, omdat ze verdroging en verzoeting van het duingebied vertragen (Monitoring bodemdaling Ameland 2000). De wat het duingebied betreft extreme winning Ameland-Oost heeft geen significante effecten gehad.
MITIGATIE	Een monitoringssysteem dat berust op nauwkeurige proceskennis voorziet erin dat de winningen tijdig verminderd of gestopt kunnen worden in geval de bodemdaling of de ecologische effecten zich anders dan voorzien lijken te ontwikkelen.
SIGNIFICANTIE	Op grond van deze Passende Beoordeling kan geconcludeerd worden dat de zekerheid is verkregen dat de voorgenomen gaswinning de natuurlijke kenmerken van de hierboven

	genoemde habitattypen binnen het PKB-gebied niet zal aantasten indien een aantal randvoorwaarde in acht worden genomen.

De effecten op de aanwezige, in de richtlijn genoemde soorten.

1903 Groenknolorchis
De enige kwalificerende plantensoort volgens de Habitatrichtlijn voor de 'Duinen Ameland' is de Groenknolorchis. Omdat de bodemdaling als gevolg van de voorgenomen gaswinning zich niet uitstrekt onder het duingebied is de activiteit niet van invloed op de soort .

Beoordeling (mogelijke) effecten op aanwezige, in de richtlijn genoemde soorten

	Bodemdaling als gevolg van de voorgenomen gaswinning op de locaties waar de soort groeit wordt niet verwacht.
	-
	Op grond van deze Passende Beoordeling kan geconcludeerd worden dat de zekerheid is verkregen dat de voorgenomen gaswinning de natuurlijke kenmerken van de hierboven genoemde soort niet zal aantasten, indien een aantal randvoorwaarden in acht worden genomen.

Habitatrichtlijngebied Duinen Schiermonnikoog

Aanwezige habitats:

1310 Eénjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met Salicornia ssp. en andere zoutminnende soorten
2110 Embryonale wandelende duinen
2120 Wandelende duinen op de strandwal met Ammophila arenaria ('witte duinen')
2130 *Vastgelegde kustduinen met kruidvegetatie ('grijze duinen')
2140 *Vastgelegde ontkalkte duinen met Empetrum nigrum
2160 Duinen met Hippophae rhamnoides
2170 Duinen met Salix repens ssp. argentea (Salicion arenariae)
2190 *Vochtige duinvalleien*

Soorten
1903 Groenknolorchis

*=prioritair habitattype

Voor de hier aanwezige genoemde habitats en soorten geldt hetzelfde als bij de habitattypen en – soorten van het habitatrichtlijngebied Duinen Ameland. Voor het extra aanwezige habitattype t.o.v. Ameland, nl. 1310 Eénjarige pioniersvegetaties van slik- en zandgebieden met Salicornia ssp. en andere zoutminnende soorten, kan worden vastgesteld dat er geen aantasting in de rede ligt gezien de prognose voor wat betreft de bodemdaling (voor een klein deel van dit gebied 0- 2 cm totaal voor de volle winningsperiode van ca. 30 jaar).

1310	Eenjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met Zeekraal en andere zoutminnende planten
EFFECTEN	Eénjarige pioniervegetaties zijn sterk afhankelijk van de hoogteligging van de vooroever. Die hangt sterk samen met de hoogte van het voorliggende wad en de beschutting van de pionierzone. Ervaringen in de Groninger kwelders en op Ameland laten zien dat de ontwikkeling van de pioniervegetatie niet onder bodemdaling hoeft te lijden.
MONITORING	Een monitoringssysteem dat berust op nauwkeurige proceskennis voorziet erin dat de winningen tijdig verminderd of gestopt kunnen worden in geval de bodemdaling of de ecologische effecten zich anders dan voorzien lijken te ontwikkelen.
CONCLUSIE	Op grond van deze PB kan geconcludeerd worden dat de zekerheid is verkregen dat de nieuwe gaswinning de natuurlijke kenmerken van de hierboven genoemde habitattypen niet zal aantasten.

Voorzorgsmaatregelen met betrekking tot de gaswinningsactiviteiten
De clausuleringen bij de vergunningverlening houden in dat alleen vanaf locaties op het land gewerkt mag worden en dat aan een aantal randvoorwaarden moet worden voldaan. Daarnaast is gesteld dat een onafhankelijke adequate monitoring gewaarborgd moet zijn, die ingrijpen volgens het "hand aan de kraan"-principe mogelijk maakt.

Positieve en negatieve beïnvloeding
Negatieve effecten van de voorgenomen winning van gas worden niet voorzien, mits er voldaan wordt aan een aantal randvoorwaarden (zie hoofdstuk 1). Uit de hiervoor uitgevoerde Passende Beoordeling wordt geconcludeerd dat de eventuele nadelige effecten dankzij te nemen maatregelen kunnen worden voorkomen en dat deze maatregelen ook effectief uitvoerbaar worden geacht. De meet- en regelcyclus (Bijlage D) en de overige randvoorwaarden voorzien bij implementatie in het voorkómen van significant negatieve effecten, zelfs bij onvoorziene en ongunstige ontwikkeling van de bodemdaling of de zeespiegelrijzing.

Conclusie PB Vogel- en habitatrichtlijngebieden
Met inachtneming van de randvoorwaarden en op grond van de in de voorafgaande paragrafen verwoorde overwegingen en de hieraan ten grondslag liggende gegevens bestaat er wetenschappelijk gezien redelijkerwijs geen twijfel dat er geen aantasting van de natuurlijke kenmerken optreedt in het betrokken gebied als gevolg van de voorgenomen gaswinning.

2E. PASSENDE BEOORDELING CUMULATIEVE EFFECTEN

De Habitatrichtlijn schrijft voor, dat niet alleen moet worden gekeken naar de gevolgen van een afzonderlijke activiteit, maar ook naar de gezamenlijke gevolgen van activiteiten die invloed kunnen hebben op het betreffende gebied. En daarbij dienen tevens plannen en projecten buiten het betreffende gebied in ogenschouw genomen te worden indien deze ook – in combinatie met de voorgenomen activiteit - invloed kunnen hebben op het gebied (cumulatie).

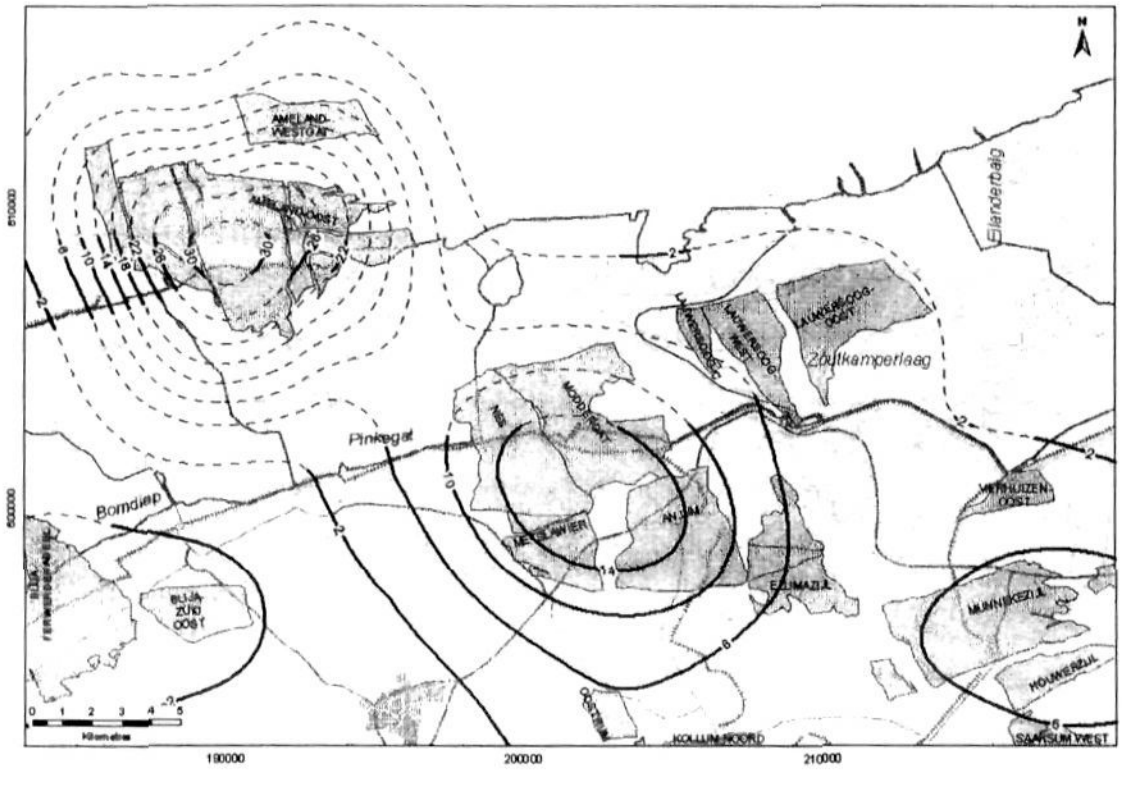
Bij de PB en de Strategische Milieubeoordeling (SMB) van het aangepaste deel 3 van de PKB Waddenzee is een groot aantal activiteiten in beeld gebracht die mogelijk cumulatieve effecten kunnen hebben met andere plannen en activiteiten. Deze plannen en activiteiten kunnen mogelijk cumuleren met de voorgestelde nieuwe gaswinning.
Een overzicht van de huidige en mogelijke plannen en activiteiten zijn hieronder weergegeven:

1. Bestaande gaswinningen (Anjum, Slochteren, Ameland en Zuidwal)
2. Bestaande zoutwinning Fryslân
3. Wadlopen en excursies
4. Sportvissen en pieren spitten voor eigen gebruik
5. Bestaande beroeps- en recreatievaart in de Waddenzee
6. Vliegbewegingen boven de Waddenzee
7. Mosselkweek
8. Aanleg en onderhoud van stranden
9. Kwelderbeheer
10. Uitvoering onderzoek en monitoring
11. Scheepvaart
12. Burgerluchtvaart
13. Parkeren Offshore installaties
14. Overige bouwwerken
15. Baggerspecie
16. Archeologie
17. Overige visserij
18. Militaire activiteiten
19. Mechanische pierenwinning
20. Aanleg van natuurlijke Zoet-Zoutovergangen
21. Kabels en Leidingen
22. Havens en Bedrijventerreinen
23. Bouwwerken ten behoeve van afwatering
24. Opsporing van waddengas
25. Extra winning van waddengas
26. Ligplaatsen Recreatievaart
27. Proefpercelen Mosselkweek
28. Mosselzaadvisserij
29. Garnalenvisserij

Ad 1) Bestaande gaswinningen (Anjum, Slochteren, Ameland en Zuidwal)
De invloed van de bestaande gaswinningen zoals beschreven in de geactualiseerde Bodemdalingstudie (2004) & Monitoring Bodemdaling Ameland (2005) en de effecten van de voorgenomen nieuwe gaswinning zijn meegenomen in deze voorliggende PB in het kader van het Rijksprojectbesluit (zie ook Figuur 2.2).

Winning van gas is alleen toegestaan vanaf locaties op het land. De wijze waarop, de volgorde waarin en de locaties van waar winning plaatsvindt, moeten voldoen aan economische en ecologische randvoorwaarden.
De beoordeling is uitgevoerd in voorliggende Passende Beoordeling in het kader van het Rijksprojectbesluit. Met inachtneming van de door de Minister gestelde randvoorwaarden en mogelijke mitigerende maatregelen en met de mogelijkheid om de productie te temporiseren indien nodig ('hand-aan-de-kraan-principe') wordt geen aantasting verwacht: de bestaande en voorgenomen gaswinning samen blijven dan binnen de gebruiksruimte. Daarmee hoeft voor de buitendijkse habitattypen niet voor cumulatieve effecten gevreesd te worden. Ook cumulatieve effecten met betrekking tot de kweldertypen worden niet verwacht.
De autonome bodemdaling en de versnelde zeespiegelstijging (als gevolg van het broeikaseffect) cumuleren met de eventuele effecten van bodemdaling door gaswinning. Dit is zorgvuldig onderzocht (Hoeksema e.a., 2004 (RIKZ) en daar aangehaalde bronnen en dit voorliggende rapport). Op grond van de resultaten van het tot op heden uitgevoerde onderzoek is een kritiek cumulatief effect van bodemdaling door gaswinning redelijkerwijs uitgesloten, indien aan de randvoorwaarden wordt voldaan.
Door de bodemdaling kan de dijk meedalen waardoor de veiligheid tegen overstroming verminderd. Dit is echter tijdig te mitigeren. Daling van duingebied op Ameland als gevolg van de nieuwe gaswinning wordt niet voorzien. Ter plaatse van de win-installatie is enige invloed op het landschap aanwezig.

Conclusie is dat er wetenschappelijk gezien redelijkerwijs geen twijfel bestaat dat er geen schadelijke gevolgen zijn te verwachten als gevolg van cumulatie van de voorgenomen nieuwe gaswinning en de al bestaande gaswinning.



Figuur 2.2 *Voorspelde bodemdaling in de periode tussen 2007 en 2040 (contouren in cm) ten gevolge van de voorgenomen gaswinning èn de bestaande gaswinning. Bron: NAM.*

Ad 2) Bestaande zoutwinning Fryslân
De zoutwinning in Fryslân heeft in de Waddenzee nabij de zoutwinlokatie een geringe bodemdaling tot gevolg. Dit gebied ligt evenwel op grote afstand van de voorgenomen gaswinning zodat cumulatie uitgesloten is.

Ad 3) en 4) Wadlopen, excursies, sportvissen en pieren spitten voor eigen gebruik
Het betreft activiteiten die al gedurende zeer lange tijd in de Waddenzee worden uitgeoefend. De beïnvloeding betreft met name de aanwezigheid in het gebied met een mogelijke verstorende werking op de vogels of zeehonden. Cumulatie met de effecten van de voorgenomen nieuwe gaswinning is uitgesloten.

Ad 5) Bestaande beroeps- en recreatievaart
Scheepvaart brengt een kans met zich mee op calamiteiten en op verstoring van met name vogels en zeehonden. Het onderwatergeluid kan verstorend werken voor vissen. Bij een calamiteit kunnen milieuvreemde stoffen vrijkomen die de bodem en de waterkwaliteit beïnvloeden. Cumulatie met de effecten van de voorgenomen nieuwe gaswinning is (gezien de beschreven effecten van de extra gaswinning) uitgesloten.

Ad 6) Vliegbewegingen boven de Waddenzee en Ad 12): Burgerluchtvaart
Het internationale vliegverkeer geschiedt op zo'n grote hoogte dat hiervan geen merkbare invloed uitgaat op de Waddenzee. Er zijn twee kleine vliegvelden op Texel en Ameland die wel aanleiding zijn tot merkbaar vliegverkeer boven de Waddenzee. De mogelijke effecten van deze vliegbewegingen beperken zich tot mogelijke verstoring van fauna.
Cumulatie met de effecten van de voorgenomen nieuwe gaswinning zijn uitgesloten.

Ad 7) Bestaande mosselkweek
In de huidige praktijk zijn binnen de westelijke Waddenzee locaties aangewezen waar opgeviste (zaad)mosselen worden gedeponeerd om aldaar op te groeien tot consumptiemosselen. Het is op basis van de huidige praktijk uitgesloten dat cumulatie met de effecten met de voorgenomen gaswinningsactiviteit zou kunnen optreden.

Ad 8) Aanleg en onderhoud van stranden
Onder meer bij Harlingen en Delfzijl zijn in het verleden relatief kleine stranden aangelegd. Periodiek dient nieuw zand opgespoten te worden om het strand te behouden. Het is op basis van deze huidige praktijk en locaties uitgesloten dat cumulatie van effecten met de voorgenomen nieuwe gaswinningsactiviteit zou kunnen optreden.

Ad 9) Kwelderbeheer
Via stuifdijkbeheer streeft Rijkswaterstaat naar behoud van het huidige areaal eilandkwelders. Met het oog op maximale natuurlijke ontwikkeling gebeurt dit op extensieve wijze.

De overheid beheert de voormalige rijkslandaanwinningswerken. De kwelderwerken bestaan uit rijsdammen die een waterdoorlatende versperring vormen en golfdempend werken zodat sedimentatie van slib wordt bevorderd. De ontwatering wordt bevorderd door het in stand houden van sloten en greppels. De laatste jaren is begonnen met een reorganisatie van het dammenbestand met als doel een meer effectieve bescherming van de kwelder en een geringer ruimtebeslag op het wad. Beheer van vegetaties in het plangebied geschiedt alleen door beweiding.

De genoemde activiteiten houden verband met of zijn nodig voor het beheer voor de instandhouding van de natuurlijke kenmerken van de kwelders.

Op grond van de resultaten van het monitoringsonderzoek in het kader van de gaswinning Ameland kan een kritiek cumulatief effect van bodemdaling door bestaande gaswinning[9] redelijkerwijs worden uitgesloten. Er vindt van nature bodemverhoging op de kwelders plaats, die meestal groter is dan de bodemdaling. De bodemdaling door autonome processen en gaswinning (en de zeespiegelrijzing) remmen dus in feite de bodemverhoging door opslibbing af. Dit wordt als gunstig beoordeeld, omdat het de "veroudering" van kwelders, waarbij de natuurwaarde afneemt, tegengaat. Waar toch enige netto bodemdaling[10] resulteert, zullen hooguit kleine verschuivingen in de levensgemeenschap optreden, en waar dit gebeurt vertragen die de natuurlijke successie en worden ze als zodanig voor de natuur als gunstig beoordeeld (Monitoring bodemdaling Ameland 2000, Hoeksema e.a., 2004 (RIKZ)).
Door de geformuleerde randvoorwaarden bestaat er wetenschappelijk gezien redelijkerwijs geen twijfel dat de gecumuleerde effecten niet zullen leiden tot aantasting van de kwelderhabitats.

Ad 10) Uitvoering monitoring en onderzoek
Naast de periodieke monitoring van de nationaal en trilateraal overeengekomen parameters vormt de Waddenzee een onderzoeksobject voor wetenschappelijk onderzoek. Het onderzoek - met ontheffing of vergunning op grond van de Nb-wet – vindt soms ook plaats in de kwetsbare voor menselijke activiteiten gesloten gebieden. Bij de ontheffing- of vergunningverlening zullen preventieve of mitigerende voorwaarden dienen te worden gesteld, bijvoorbeeld t.a.v. de tijd van het jaar waarin de activiteit mag worden uitgevoerd en de mogelijke afstemming met andere onderzoekingen (zeker op het kwetsbare slikkige hoge wad), waardoor de gevolgen minimaal zullen zijn. Cumulatie met de mogelijke effecten van de voorgenomen nieuwe gaswinning is daardoor uitgesloten.

Ad 11) Scheepvaart
De mogelijke effecten van de aanwezige scheepvaart beperken zich tot een tijdelijke verstoring van fauna. Cumulatie met de mogelijke effecten van de voorgenomen nieuwe gaswinning is om deze reden dan ook uitgesloten.

Ad 13) Parkeren offshore installaties
Er mogen in de Waddenzee geen booreilanden en andere offshore-installaties worden geparkeerd. Cumulatie met de mogelijke effecten van de voorgenomen nieuwe gaswinning is enkel al daarom uitgesloten.

Ad 14) Overige bouwwerken
Er mag in de Waddenzee geen bebouwing worden opgericht of geplaatst
Omdat er tijdelijk een boortoren in de nabijheid van de Waddenzee moet worden geplaatst zou er tijdelijk cumulatie met overige lichtbronnen kunnen optreden. Door voorwaarden in de NB-wetvergunning op te nemen met betrekking tot het tijdelijk oprichten van een boortoren worden deze effecten van de voorgenomen activiteit geminimaliseerd. Er zal door deze voorwaarden geen aantasting van de natuurlijke waarden en kenmerken van het Waddengebied optreden.

---

[9] Zie Ad 1)
[10] De daalsnelheid ligt onder de voor kwelders kritische waarde, die tot regressie zou kunnen leiden (met inachtneming van de randvoorwaarden).

Ad 15) Baggerspeciestorting
Een merkbare verandering van de hoeveelheid zwevende stof in de waterkolom als gevolg van de nieuwe gaswinning ligt niet in de rede. De in het gebied reeds aanwezige baggerstortingen laten de laatste jaren geen toename zien (Essink et al., 2005).
Cumulatie met de mogelijke effecten van de voorgenomen nieuwe gaswinning is uitgesloten.

Ad 16) Archeologie
Omdat er geen bodemberoerende activiteiten in het Waddengebied worden uitgevoerd als gevolg van de nieuwe gaswinning en er om die reden ook geen effecten zijn te benoemen richting archeologie is een cumulatie van effecten uitgesloten.

Ad 17) Overige visserij
Omdat de overige visserijactiviteiten alleen van invloed zijn op fauna door de activiteit zelf (het wegvissen) en de aanwezigheid als gevolg van de visserijactiviteiten (verstoring) is cumulatie met de mogelijke effecten van de voorgenomen nieuwe gaswinning is uitgesloten.

Ad 18) Militaire activiteiten
Omdat er tijdelijk een boortoren moet worden geplaatst zou er tijdelijk cumulatie met overige lichtbronnen kunnen optreden. Door voorwaarden in de NB-wetvergunning op te nemen met betrekking tot het tijdelijk oprichten van een boortoren worden deze effecten van de voorgenomen activiteit gemitigeerd.
Er zal door deze te stellen voorwaarden geen aantasting van de natuurlijke waarden en kenmerken van het Waddengebied optreden.

Ad 19) Mechanische pierenwinning
Deze activiteit beperkt zich tot de westelijke Waddenzee.
Cumulatie met de mogelijke effecten van de voorgenomen nieuwe gaswinning is, vanwege de afstand tussen de beide activiteiten, uitgesloten.

Ad 20) Natuurlijke Zoet-Zoutovergangen
Het kabinet streeft naar herstel van natuurlijke zoet-zoutovergangen. Zowel voor het stroomgebied van de Eems als voor het stroomgebied van de Rijn streeft het kabinet naar één nieuwe natuurlijke zoet-zoutovergang in het waddengebied, aanvullend op de bestaande overgangen. Dit streven wordt gezien als een kwaliteitsverbetering van het Waddensysteem. Bij de keuze zal het streven er op zijn gericht om mogelijke negatieve effecten voor het milieu te voorkomen. Cumulatie met de effecten van de voorgenomen nieuwe gaswinning is uitgesloten.

Ad 21) Kabels en Leidingen
De aanleg van kabels en leidingen in de Waddenzee dient van geval tot geval te worden beoordeeld. Uitgangspunt daarbij is dat in beginsel moet worden aangesloten bij bestaande leidingenzones. De mogelijke milieugevolgen zijn een tijdelijke en lokale verstoring van de bodem en vertroebeling van het water. Tijdens de aanleg zijn – zonder aanvullende mitigerende maatregelen – mogelijke negatieve gevolgen als gevolg van geluid en lichtverstoring bij aanleg 's-nachts op voorhand niet uit te sluiten. Een goede tracékeuze kan de gevolgen van verstoring voor vogels en zeehonden evenwel tot een minimum beperken. Cumulatie met de mogelijke effecten van de voorgenomen nieuwe gaswinning is middels het stellen van voornoemde voorwaarden uitgesloten.

Ad 22) Havens en Bedrijventerreinen
Er mogen in de Waddenzee of direct grenzend aan de Waddenzee geen nieuwe havens en bedrijventerreinen worden aangelegd. Bestaande havens en bedrijventerreinen grenzend aan de Waddenzee mogen niet zeewaarts worden uitgebreid, landinwaarts wel. Het gaat dan met name om de kans op verstoring van het landschap en van cultuurhistorische waarden en van flora en fauna. Door voorwaarden in de NB-wetvergunning op te nemen met betrekking tot het tijdelijk oprichten van een boortoren worden de effecten van de voorgenomen activiteit gemitigeerd. Er zal door deze te stellen voorwaarden geen aantasting van de natuurlijke waarden en kenmerken van het Waddengebied optreden.
Cumulatie met de mogelijke effecten van de voorgenomen nieuwe gaswinning is daardoor eveneens uitgesloten.

Ad 23) Bouwwerken ten behoeve van afwatering
Er mag in de Waddenzee geen bebouwing worden opgericht met uitzondering van onder meer bouwwerken die noodzakelijk zijn voor een adequate afwatering van het vasteland. Langs de Waddenzee zijn nieuwe bouwwerken voor afwatering niet uitgesloten, maar verwacht mag worden dat de omvang van die bouwwerken beperkt zal blijven. In principe is aantasting van archeologische of cultuurhistorische waarden mogelijk als gevolg van ingrepen in de bodem en/of het landschap. Cumulatie met de mogelijke effecten van de voorgenomen nieuwe gaswinning is (gezien de effecten) uigesloten.

Ad 24) Nieuwe opsporing van waddengas
Nieuwe opsporing van waddengas is in het waddengebied alleen toegestaan vanaf land.Vooral omdat opsporing vanuit de Waddenzee zelf niet is toegestaan zijn de negatieve milieugevolgen beperkt en bovendien tijdelijk en zeer lokaal. Aan de activiteit kunnen voorwaarden worden verbonden om mogelijk effecten te mitigeren. Cumulatie met de mogelijke effecten van de voorgenomen nieuwe gaswinning is uitgesloten.

Ad 25) Extra winning van waddengas
Extra winning van waddengas (bovenop de bestaande en voorgenomen gaswinning) zal naar verwachting aan soortgelijke randvoorwaarden worden gebonden als de voorgenomen winning en derhalve geen negatieve milieugevolgen hebben. Er zal door te stellen voorwaarden geen aantasting van de natuurlijke waarden en kenmerken van het Waddengebied optreden. Cumulatie met de mogelijke effecten van de voorgenomen nieuwe gaswinning is daardoor uitgesloten.

Ad 26): Ligplaatsen van de recreatievaart
In of grenzend aan de Waddenzee mogen geen nieuwe jachthavens worden aangelegd. Het aantal ligplaatsen in de bestaande havens mag maximaal 4.400 bedragen. De voorgestelde, beperkte uitbreiding kan wel enig effect hebben op landschap en natuurschoon. Cumulatie met de mogelijke effecten van de voorgenomen nieuwe gaswinning is uitgesloten.

Ad 27) Proefpercelen Mosselkweek
In het kader van de optimalisatie van de mosselpercelen in de Waddenzee is de uitgifte van tijdelijke proefgebieden voor het verzaaien van mosselen toegestaan. Aangezien de locaties zijn gelegen in de westelijke Waddenzee is het uitgesloten dat er cumulatie met de effecten met de voorgenomen activiteit zou kunnen optreden.

Ad 28) Mosselzaadvisserij

Deze activiteit is in het aangepaste deel 3 van de PKB Waddenzee beoordeeld omdat uit de Habitattoets van de PKB is gebleken dat niet op voorhand uitgesloten kan worden dat de mosselzaadvisserij significante gevolgen kan hebben. Gezien de effecten van de voorgenomen nieuwe gaswinning is het echter uitgesloten dat er cumulatie kan optreden.

Ad 29) Garnalenvisserij
In de PKB Waddenzee is met betrekking tot de garnalenvisserij aangegeven dat deze activiteit in de voor bodemberoerende visserij gesloten gebieden niet is toegestaan op de wadplaten (het litoraal); wel in het sublitoraal (permanent onder water staande delen van de Waddenzee). Gezien de effecten van de voorgenomen nieuwe gaswinning is het uitgesloten dat er cumulatie kan optreden.

Plannen en activiteiten buiten de Waddenzee met mogelijke cumulatieve effecten:

1. Zandsuppleties Noordzeekustzone
2. Baggerspeciedepot Loswal Noord
3. Bestaande vaarroute grote vaart ten noorden van de eilanden
4. Aanleg Nornedkabel
5. (Near shore) windparken Noordzee
6. Binnendijkse windparken
7. Glastuinbouwcomplex Eemshaven
8. Uitbreiding De Kooij
9. Tweede Maasvlakte (PMR)
10. Vaardruk op de Waddenzee vanuit m.n. IJsselmeer
11. Aanleg randmeer Wieringen
12. Spisulavisserij Noordzeekustzone
13. Ems Sperrwerk

Ad 1) Zandsuppleties Noordzeekustzone.
Hoeksema e.a. (RIKZ 2004) laten zien dat de zand- en slibsamenstelling in de Waddenzee ten gevolge van de zandsuppleties niet significant verandert. De suppleties leiden daarmee niet tot enig cumulatief effect. Het is wel mogelijk dat een toename van het aantal suppleties in de Noordzeekustzone, welke is aangewezen als Vogel- en Habitatrichtlijn gebied, gevolgen heeft voor de daar aanwezige natuurwaarden. Bij strandsuppleties gaat het met name om de Drieteenstrandloper, bij onderwatersuppleties om de Zwarte zee-eend. Door een toename van het aantal suppleties zou het voedsel en de foerageermogelijkheden van deze soorten (bodemfauna) kunnen afnemen. Mogelijke significante effecten kunnen evenwel worden voorkomen door de extra zandsuppleties te combineren met de toch al noodzakelijke zandsuppleties, en daarnaast door een zorgvuldige keuze van de locaties waar de suppleties worden uitgevoerd. Er zal door deze gestelde randvoorwaarde geen aantasting van de natuurlijke waarden en kenmerken van het Waddengebied optreden. Cumulatie met de mogelijke effecten van de voorgenomen nieuwe gaswinning is daardoor uitgesloten.

Ad 2) Baggerspeciedepot Loswal Noord
Het baggerdepot dient als stortplaats voor het baggerslib uit de Rotterdamse havens. Meer of minder baggerstort aldaar heeft mogelijk invloed op het slibtransport naar de Waddenzee. Na de zeewaartse verplaatsing van het baggerdepot lijkt de voornaamste slibstroom overigens zuidwaarts gericht te zijn, zodat beïnvloeding van

de Waddenzee niet langer aan de orde is en cumulatie met de nieuwe gaswinning daardoor is uitgesloten.

Ad 3) Bestaande vaarroute grote vaart ten noorden van de eilanden
Deze activiteit heeft geen invloed op de ligging van het bodemoppervlak binnen de kombergingsgebieden en daarmee is cumulatie uitgesloten.

Ad 4) Aanleg NorNed-kabel.
Deze activiteit die plaats gaat vinden aan de oost- en noordzijde van Rottumeroog en Rottumerplaat heeft geen invloed op de kombergingsgebieden en daardoor ook geen cumulatief effect met de nieuwe gaswinning

Ad 5) (Near shore) windparken Noordzee.
Deze activiteit heeft geen invloed op de kombergingsgebieden en daardoor ook geen cumulatief effect met de nieuwe gaswinning.

Ad 6) Binnendijkse windparken.
Binnendijkse windparken dienen beoordeeld te worden op hun invloed met betrekking tot het onderdeel natuurschoon en weidsheid. Daarnaast kan worden gedacht aan verstoring van en aanvaring met seizoenstrekkende vogels en aan verstoring van overtijende steltlopers en foeragerende watervogels (zoals ganzen). Hieraan is reeds veel onderzoek verricht. Op dit moment staan er langs de Waddenkust onder meer windturbines opgesteld bij de koppen van de Afsluitdijk en bij de Eemshaven. Belangrijk voor het landschap van de Waddenzee en de vastelandskust is dat rond de Waddenzee niet een aaneengesloten front van windmolens komt te staan. Tot nu toe is dit niet het geval, maar voor het bevoegd gezag is dit wel een punt van aandacht bij de besluitvorming over nieuwe initiatieven. Ook de invloed op vliegbewegingen en lokale leefgebieden van vogels is een belangrijk punt van aandacht. Met een goede locatiekeuze en opstellingswijze zijn effecten op vogels en andere natuurwaarden te minimaliseren, maar niet op voorhand uit te sluiten. De bijdrage met betrekking tot de cumulatie van deze effecten met een tijdelijke boortoren wordt in dit verband zeer klein geacht.

Ad 7) Glastuinbouwcomplex Eemshaven.
Het voorgenomen glastuinbouwcomplex nabij de Eemshaven kan lichthinder veroorzaken. Cumulatie met de voorgenomen activiteit is (gezien de afstand tussen de voorgenomen activiteiten) uitgesloten.

Ad 8) Uitbreiding vliegbewegingen vliegveld De Kooij.
Deze activiteit heeft geen invloed op de kombergingsgebieden en daardoor ook geen cumulatief effect met de nieuwe gaswinning. Ook andere mogelijke cumulatie met de voorgenomen activiteit is uitgesloten.

Ad 9) Tweede Maasvlakte
De nadere studie en de daarop gebaseerde PB voor de voorgenomen aanleg van de Tweede Maasvlakte heeft als conclusie dat er beperkte, niet significante effecten op het westelijke deel van de Waddenzee mogelijk zijn. Hiermee is een mogelijke cumulatie met de voorgenomen activiteit uit te sluiten, omdat deze alleen in het oostelijke deel van de Waddenzee wordt uitgevoerd. Volgens de PB van de Tweede Maasvlakte in het Project Mainport Rotterdam (PMR; nov. 2005) wordt tengevolge van de aanleg een geringe vermindering veroorzaakt van de toevoer van slib (max. 15% van totale aanvoer in de westelijke Waddenzee) en nutriënten (0-5% van totale aanvoer) naar de Waddenzee, door een zogenaamde verbreding van de kustrivier. Dit is de strook zoeter water langs de kust waarin de opgeloste en zwevende stoffen naar het noorden worden getransporteerd. Een dergelijke afname van slib

veroorzaakt volgens het PMR-onderzoek geen significante effecten op de te beschermen soorten en habitattypen. Een vermindering van de nutriënten kan een gering effect hebben op de bestanden van schelpdiersoorten en vervolgens doorwerken naar schelpdieretende vogelsoorten. In de Waddenzee zijn vooral Eidereend, Scholekster en Kanoetstrandloper afhankelijk van de beschikbare hoeveelheid voedsel. Effecten van Maasvlakte 2 op de zandtransporten treden lokaal op binnen de Noordzee. Gevolgen van dit veranderende zandtransport op het Waddenzeegebied worden niet verwacht, aangezien de getijde-amplitude en het golfklimaat langs de Nederlandse kust niet worden beïnvloed. Deze effecten worden in de PB van de Tweede Maasvlakte als niet significant beoordeeld. Cumulatie met de mogelijke effecten van de voorgenomen nieuwe gaswinning is uitgesloten.

Ad 10) Vaardruk op de Waddenzee vanuit m.n. IJsselmeer.
De plannen voor capaciteitsuitbreiding van jachthavens gelegen langs het IJsselmeer leiden tot een grotere vaardruk op de Waddenzee. Belangrijkste (in-)directe effecten hiervan zullen bestaan uit een iets grotere kans op calamiteiten en een meer of minder grote toename van effecten als gevolg van aanwezigheid en geluid en het kan niet worden uitgesloten dat de autonome groei van de watersport enige invloed zal hebben op de beleving van rust en stilte. Cumulatie met de voorgenomen activiteit zou zich tijdelijk voor kunnen doen bij de locatie Lauwersoog. Er bestaat wetenschappelijk gezien redelijkerwijs geen twijfel dat deze cumulatie niet tot schadelijke gevolgen zal leiden.

Ad 11) Aanleg randmeer Wieringen
Deze activiteit heeft geen invloed op de kombergingsgebieden en daardoor ook geen cumulatief effect met de nieuwe gaswinning. Ook andere mogelijke cumulatie met de voorgenomen activiteit is uitgesloten.

Ad 12) Spisulavisserij Noordzeekustzone
Deze activiteit heeft geen invloed op de kombergingsgebieden en daardoor ook geen cumulatief effect met de nieuwe gaswinning. Lokaal zou er als gevolg van de activiteit troebeling op kunnen treden. Dit effect is echter lokaal en tijdelijk en er bestaat wetenschappelijk gezien redelijkerwijs geen twijfel dat dit niet tot schadelijke gevolgen zal leiden. Andere mogelijke cumulatie met de voorgenomen activiteit is uitgesloten.

Ad 13) Ems Sperrwerk
Deze activiteit heeft geen invloed op de kombergingsgebieden en daardoor ook geen cumulatief effect met de nieuwe gaswinning. Ook andere mogelijke cumulatie met de voorgenomen activiteit is uitgesloten.

Algemene conclusie cumulatie
Op grond van de in deze paragraaf verwoorde overwegingen en de hieraan ten grondslag liggende gegevens en op basis van de te stellen voorwaarden aan de nieuwe gaswinning kan vastgesteld worden dat als gevolg van de hierboven besproken activiteit geen aantasting van de natuurlijke kenmerken van het betrokken gebieden zal optreden als gevolg van cumulatie met andere plannen en/ of activiteiten.

BRONVERMELDING

Beemster, N. en W. Bijkerk, (in prep.) Natuurwaarden in het Lauwersmeergebied en mogelijke effecten van bodemdaling door gaswinning. A&W-rapport 703.

Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland, 2000. Monitoring van effecten van bodemdaling op Ameland-Oost.

Beukema, J. J. and R. Dekker (2005). Decline of recruitment success in cockles and other bivalves in the Wadden Sea: possible role of climate change, predation on postlarvae and fisheries. Marine Ecology Progress Series 287: 149-167.

Bodemdalingstudie Waddenzee (2004). Rapport RIKZ/2004.025.

Brasseur, S., Reijnders, P., Damsgaard Henriksen, O., Carstensen, J., Tougaard, J., Teilmann, J., Leopold, M., Camphuysen, K. & Gordon, J., 2005. Baseline data on the harbour porpoise, Phocoena phocoena, in relation to the intended wind farm site NSW, in the Netherlands. Alterra rapport, Wageningen. 80 p.

Bresser, A.H.M., Berk, M.M., Born, G.J., van den, Bree, L., van, Gaalen, F.W., van, Ligtvoet, W., Minnen, J.G., van Witmer, M.C.H., Amelung, B., Bolwidt, L., Brinke, W., ten, Buiteveld, H., Dillingh, D., Dorland, R., van, Huynen, M., Leemans, R., Strien, A.J., van, Vermaat, J., Veraart, J.A., 2005: Effecten van klimaatverandering in Nederland, Milieu- en Natuurplanbureau.

Brinkman, A.G, Ens, B.J., 1998. Effecten van bodemdaling in de Waddenzee op wadvogels. IBN – rapport 371, 250.

Dijkema , K.S., Nicolai, A., Frankes, J., Haan, K., Jongerius, H. & Riesenkamp, W., 2004. Jaarverslag 2004 Monitoring en beheer van de Kwelderwerken in Friesland en Groningen (november 2003-oktober 2004). Alterra-Texel, Rijkswaterstaat directie Noord-Nederland, Leeuwarden, Rijkswaterstaat, Delfzijl. 33 p.

Dijkema, K.S., Nicolai, A., de Vlas, J., Smit, C., Jongerius, H. & Nauta, H., 2001. Van Landaanwinning naar Kwelderwerken. Rijkswaterstaat directie Noord-Nederland, Leeuwarden, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Texel, 68 p.

ES-2 studies. Zie Hoogenboom et al. 2005.

Essink, K., Dettmann, C., Farke, H., Laursen, K., Lüerssen, G., Marencic, H., Wiersinga, W. (Eds.), 2005. Wadden Sea Quality Status Report 2004. Wadden Sea Ecosystem no. 19. Trilateral Monitoring and Assessment Group, Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany. 359 p.

Grontmij Nederland bv, Drachten, (in prep., versie 30 augustus 2005)

Hoeksema, H.J., H.P.J. Mulder, M.C. Rommel, J.G. de Ronde & J. de Vlas, 2004. Bodemdalingstudie Waddenzee 2004: Vragen en onzekerheden opnieuw beschouwd. RIKZ-rapport 2004-025. 67 p. + bijlagen.

Hoogenboom, F.G.M., M.M. Gründemann, J.G. Muntinga, W.E.M. Laane, 2005. MER Extra Spuicapaciteit Afsluitdijk, Deel: Locatiekeuze en voorlopige inrichting. Rijkswaterstaat Ijsselmeergebied.

IBW, 1998. Zie Oost e.a. (1998)

IPCC, 2001. Zie Watson e.a. (2001)

Jager, Z. 1999. Upstream fish migration: Northern Netherlands coastal zone. Introductory Memorandum. Rapport RIKZ 99.022. Rijksinstituut voor Kust en Zee RIKZ, Haren. 37 pp.

Janssen, J.A.M., Schaminée, J.H.J., 2003. Habitattypen. KNNV, Utrecht. 120.p.

Kersten M., 2005. Effecten van sedimentatie en erosie op de hoogteligging van het wad onder Ameland-Oost. Rapport Eysink 2005, 16p.

Leopold, M.F., Smit, C.J., Goedhart, P.W., Roomen, M. v, Winden, E. v, Turnhout, C. v, 2004. Langjarige trends in aantallen wadvogels, in relatie tot de kokkelvisserij en het gevoerde beleid in deze. EVA-II deelrapport, Alterra-rapport 954, Wageningen/Texel. 165 p.

Meesters, E. , K. Dijkema, W. van Duin, C. Smit, N. Dankers, P. Reijnders, R. Kats en M. de Jong, 2005. Natuurwaarden in de Kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag en de mogelijke effecten door gaswinning. Alterra-rapport.

NAM, 1995. MER Proefboringen naar aardgas in de Noordzeekustzone en op Ameland. Rapport samengesteld door Hasko op basis van bijdragen door DLO-IBN, DLO-Staring Centrum, TNO-Milieuweten schappen, NIOZ en WL, NAM-rapport juli 1995.

NAM, 1998. Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee. Rapport bestaat uit: Samenvatting, Hoofdrapport samengesteld door UU-Inst. Aardwetenschappen, IBN-DLO, WL | Delft Hydraulics, NIOZ en NAM, Geomorfologie en Infrastructuur door WL | Delft Hydraulics met bijdragen van Grondmechanica Delft en Alkyon, Kwelders door IBN-DLO, WL | Delft Hydraulics en RuG, en Vogels door IBN-DLO.

NAM, 2005. Startnotitie milieu effect rapportage: Aardgaswinning vanaf locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. NAM, Assen. 42 p.

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.

PMR, 2005. Hier is gebruik gemaakt van informatie uit de volgende bronnen:
RWS/RIKZ, 2005. Het Waddenzeegebied in perspectief, Passende Beoordeling Waddenzeegebied in het kader van de PKB+ van het Project Mainport ontwikkeling Rotterdam: Maasvlakte 2. RWS/RIKZ, Den Haag, en
Effecten van maasvlakte 2 op de Waddenzee en noordzeekustzone, uitwerking in het kader van de Vogel- en Habitatrichtlijn. Eindrapport 17 nov 2005, Consortium 3|MV2

Reijnders, P.J.H., B. Reineking, B., Abt, K.F., Brasseur, S.M.J.M., Camphuysen, C.J, Scheidat, M., Siebert, U., Tede, M., Tougaard, J. & Tougaard, S., 2005. Marine mammals. In: K. Essink. C. Dettman, H. Farke, K. Lauersen, G. Lüerssen, H.

Marencic & W. Wiersinga (eds), QSR Wadden Sea 2004. Wadden Sea Ecosystem No. 9, 317-330.

RIKZ, 2004. Zie Hoeksema e.a. (2004).

Wang, Z.B., Eysink, W.D. 2005. Abiotische effecten van bodemdaling in de Waddenzee door gaswinning. Delft Hydraulics, rapport Z3995. in druk.

Watson, R.T. e.a. (eds), 2001. Climate Change 2001: Synthesis Report. A contribution of working groups I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, New York. 398 p.

1510-182
BIJLAGEN

BIJLAGE A. BEGRIPPENLIJST

Aquifer
Watervoerende laag, hier in contact met het gasveld.

Autonome bodemdaling
Daling van de ondergrond ten gevolge van natuurlijke processen.

Autonome ontwikkeling
Veranderingen, die zich naar verwachting in het milieu zullen voltrekken als noch de voorgenomen activiteit, noch een van de alternatieven wordt uitgevoerd.

Best beschikbare techniek
Wijze van uitvoering van een voorgenomen activiteit waarbij de milieu-effecten zoveel mogelijk worden beperkt.

Bestaande gasvelden
Geïdentificeerde ondergrondse structuren waarvan – middels proefboringen – is vastgesteld dat ze gasvoerend zijn. Hier wordt de term specifiek gebruikt voor de relevante gasvelden die al in productie zijn (Ameland, Groningen, Blija, Anjum).

Bevoegd gezag
Overheidsorgaan dat bevoegd is een besluit te nemen over de voorgenomen activiteit van de initiatiefnemer.

Bodemdaling
Daling van de bodem als gevolg van samendrukking van de gasvoerende laag door de gaswinning (drukdaling).
(Bodemdaling treedt ook op door autonome effecten in de diepe ondergrond en door bijv. onttrekking van grondwater.)

Bodemdalingsschotel
Het schotelvormige gebied aan het aardoppervlak dat daalt door compactie (samendrukking) van het reservoirgesteente.

Commissie voor de m.e.r.
Commissie van onafhankelijke deskundigen, die het bevoegd gezag adviseert over de inhoud van het milieueffectrapport en in een latere fase over de kwaliteit van het milieueffectrapport.

Compactie
Samendrukking: hier gebruikt voor het samendrukken van het gasvoerende reservoirgesteente ten gevolge van de drukdaling door gasonttrekking.

Cumulatieve effecten
Effecten van de combinatie van de invloeden van verschillende activiteiten, in het bijzonder wanneer de effecten door deze combinatie een kritieke grens overschrijden, of zelfs pas door combinatie ontstaan.

Doodtij
Toestand van lagere hoogwaterstand en hogere laagwaterstand als gevolg van tegenwerkende getijdenkrachten van de zon en de maan.

Ecologie
Leer van de betrekkingen tussen organismen onderling en tussen organismen en groepen van organismen en hun omgeving.

Ecologische effecten
Effecten die in flora en fauna van een gebied tot uitdrukking komen.

Effecten
Neutrale term: alle effecten (significant of niet) van een activiteit.

Exploitatieboring
Zie productieboring.

Exploratieboring
Zie proefboring.

Gaswinning
Het scheiden van gas uit het mengsel van gas, water en condensaat dat middels productieboringen onder hoge druk uit de grond wordt onttrokken.

Gebruiksruimte
Het verschil tussen het meegroeivermogen van een kombergingsgebied en de relatieve Zeespiegelstijging (rZSS). Dit verschil is de ruimte die te gebruiken is (na middeling over 6 jaar;voortschrijdend gemiddeld, symmetrisch) voor menselijke activiteiten, die zandhonger genereren. Zoals bijvoorbeeld bodemdaling veroorzaakt door gaswinning.

Gedevieerd boren
Schuin boren; zodanig dat bijv. van de vaste wal een gasvoorkomen gewonnen kan worden dat onder de Waddenzee gelegen is.

Geomorfologisch evenwicht (m.b.t. de Waddenzee):
De duurzame aanwezigheid van sedimentatie- en erosieprocessen, waarbij de verschillende geomorfologische elementen, zoals geulen en platen met een verschillende diepteligging, binnen dezelfde variatiebreedte als de afgelopen 100 jaar in stand blijven.

Habitat
Woon- of leefgebied van bepaalde organismen of levensgemeenschappen. In de Habitatrichtlijn worden habitattypen onderscheiden op basis van combinaties van omgevingskenmerken en levensgemeenschappen.

Initiatiefnemer
Een natuurlijk persoon, dan wel een privaat- of publiekrechtelijk rechtspersoon (een particulier, bedrijf, instelling of overheidsorgaan) die een bepaalde activiteit wil (doen) ondernemen en daarover een besluit vraagt.

Instandhoudingsdoelen
Het geheel van beoogde resultaten met betrekking tot het behoud of herstel van natuurlijke habitats en populaties van wilde dier- en plantensoorten in een gunstige staat van instandhouding, alsmede- in voorkomende gevallen - het behoud, herstel en ontwikkeling van het natuurschoon en natuurwetenschappelijke betekenis van het desbetreffende gebied.
Bron: bewerking van de definitie van "instandhouding" " zoals omschreven in artikel 1, onder a van de Habitatrichtlijn.

Kombergingsgebied
Het stroomgebied behorende bij één zeegat, begrensd door de dijk of kwelder of supragetijde zandplaat aan de vastelandzijde en eilandzijde en door de wantijen van de aangrenzende kombergingsgebieden, Als gevolg van de getijdenwisselingen van de Noordzee stromen de kombergingsgebieden tijdens vloed vol tot hoogwater, waarna dit getijdewater er weer uitloopt tijdens eb tot laagwater.

Kwelder
Door opslibbing gevormd land dat bij normale vloeden niet meer onder water komt; wordt al naar gelang de hoogteligging gekenmerkt door specifieke *levensgemeenschappen.*

Liquefactie
Bodemverweking.

m.e.r.
Milieueffectrapportage; een hulpmiddel bij de besluitvorming, dat bestaat uit het maken, beoordelen en gebruiken van een milieueffectrapport en het evalueren achteraf van de gevolgen voor het milieu van de uitvoering van een mede op basis van dat milieueffectrapport genomen besluit, een en ander met inachtneming van de voorgeschreven procedurele uitgangspunten.

m.e.r.-plicht
De verplichting tot het opstellen van een milieueffectrapport voor een bepaald besluit over een bepaalde activiteit.

Meegroeivermogen (van een kombergingsgebied)
Het natuurlijke vermogen van een kombergingsgebied, uitgedrukt in mm/jaar over het hele gebied, om de relatieve zeespiegelstijging (rZSS) op lange termijn bij te houden terwijl het geomorfologisch evenwicht en de sediment balans in stand blijven.

Meest milieuvriendelijk alternatief (MMA)
Het alternatief, waarbij de beste bestaande mogelijkheden ter bescherming van het *milieu worden toegepast*

MER
milieueffectrapport (het product van een m.e.r.)

Mitigatie
Het door maatregelen verminderen van schadelijke invloeden, zodanig dat minder of in het geheel geen schade optreedt.

Mitigerende maatregelen
Maatregelen die genomen worden om als negatief beoordeelde effecten tegen te gaan. (zie ook preventieve maatregelen)

Nieuwe gasvelden
Geïdentificeerde ondergrondse structuren die mogelijk gasvoerend zijn.

Noordzeekustzone
De Noordzeezone welke aangrenzend is aan de zeezijde van het PKB-Waddenzeegebied en loopt tot de –20 m NAP. Tevens naam van een Speciale Beschermingszone (SBZ) aangewezen volgens de Habitat- en Vogelrichtlijnen.

Passende beoordeling
Onderzoek of en in hoeverre uitvoering van een plan of project nadelige effecten heeft voor de aanwezige natuurwaarden in een SBZ.

PB
Zie Passende beoordeling.

PKB
Planologische Kernbeslissing.

PKB-Waddenzeegebied
Dat gebied dat begrensd wordt door de PKB (zie Figuur 1.4). Dit komt overeen met het gebied 'waar water kan komen'. Hoge duinen en dijken behoren niet tot het PKB-gebied.

Plan of project
Een activiteit die voorgenomen is.

Preventieve maatregelen
Maatregelen die genomen worden om als negatief beoordeelde effecten te voorkomen. (zie ook mitigerende maatregelen)

Productieboring
Boring ten behoeve van de productie van een gasveld waarbij een mengsel van gas, condensaat en water uit het gasveld wordt onttrokken.

Productie-installatie
Winninginstallatie.

Proefboring
Boring die dient om te onderzoeken of er daadwerkelijk gas in een ondergrondse gesteentelaag voorkomt.

Prospect
Een ondergrondse structuur waarin de aanwezigheid van gas zeer waarschijnlijk is.

Relatieve zeespiegelstijging (rZSS)
De som van de stijgsnelheid van de zeespiegel en de daalsnelheid van de ondergrond, waarbij geen rekening is gehouden met erosie en sedimentatie.

Reservoir
Geïdentificeerde ondergrondse structuur die gasvoerend is (=gasveld).

Rpb
Afkorting Rijksprojectbesluit.

rZSS
Relatieve zeespiegelstijging.

SBZ
Speciale Beschermingszone

Sedimenthonger (jaarlijkse)
De hoeveelheid sediment, die het kombergingsgebied (jaarlijks) invangt om weer evenwichtscondities te bereiken.

Sedimentbalans
De optelsom per deelgebied van de afzetting (sedimentatie) en erosie van zand en slib. (incl. bodemdaling)

Seismiek
Techniek voor het in kaart brengen van ondergrondse formaties met behulp van trillingen.

Staat van instandhouding
De som van de invloeden die op de betrokken soort, het betrokken natuurlijke habitattype en de daar voorkomende typische soorten inwerken en op lange termijn een verandering kunnen bewerkstelligen in de verspreiding en grootte van de populaties van die soort, respectievelijk de natuurlijke verspreiding, de structuur en de functies van dit habitattype of die van invloed kunnen zijn op het voortbestaan op lange termijn van de betrokken typische soorten.
Bron: samenstelling van de definities van de "staat van instandhouding" zoals omschreven in artikel 1, onder e (voor natuurlijke habitats) en artikel 1, onder i (voor soorten) van de Habitatrichtlijn.

Vloedbekken
Zie kombergingsgebied.

Waddensysteem
Wordt hier gebruikt als het geheel van geomorfologische eenheden die samen één (wadden-)systeem vormen.

Waddenzee
Wordt hier gebruikt voor het 'PKB-Waddenzeegebied' en voor de Speciale Beschermingszone (SBZ), aangewezen volgens de Habitat- en Vogelrichtlijnen..

Wantij
Hoger gelegen gebied waar de uitlopers van de wadgeulen van twee opeenvolgende zeegaten elkaar ontmoeten of naderen.

Wetland
Waterrijk natuurgebied.

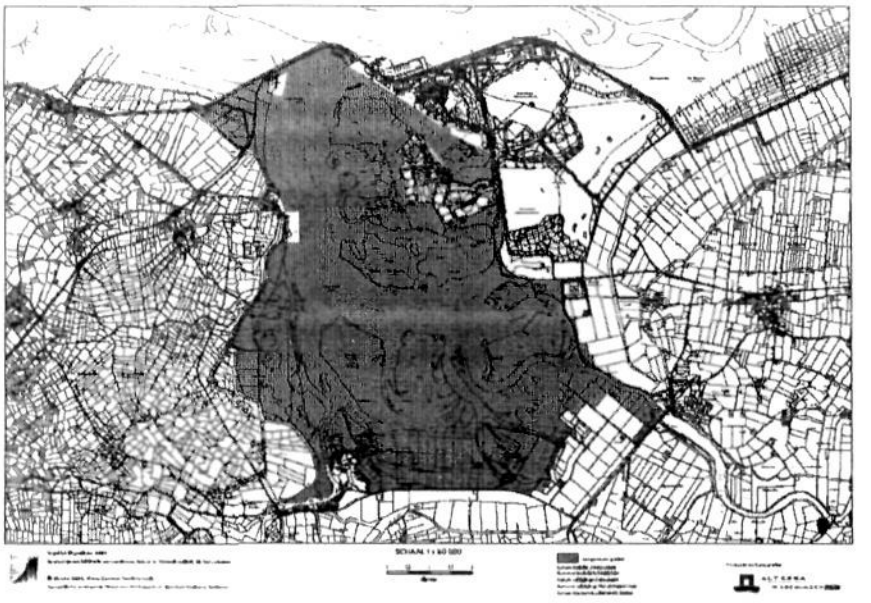
Worst case
Meest ongunstige toekomstscenario dat nog realistisch wordt geacht.

Zandhonger
Volume zand, dat nodig is om een daling van de bodem te compenseren.

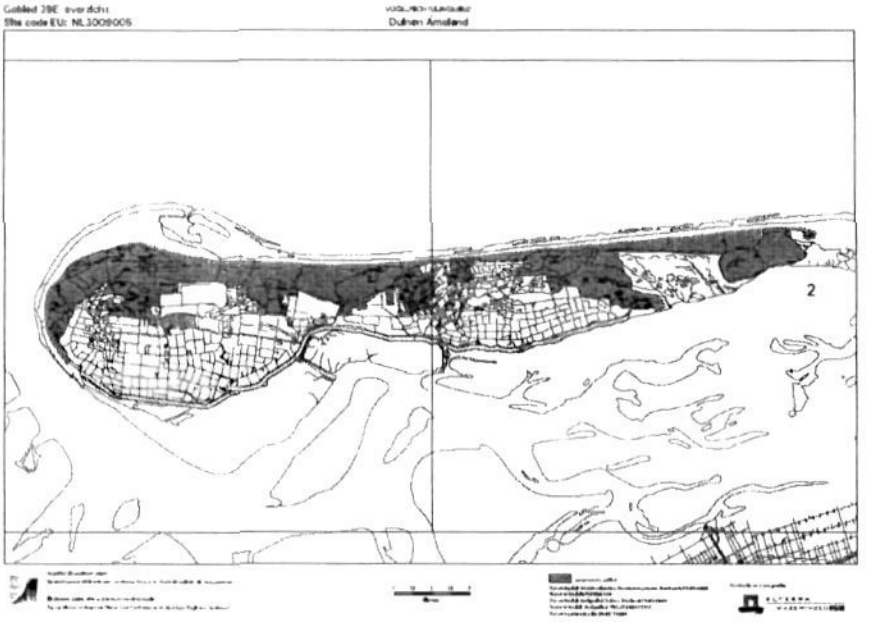
Zandsuppletie
Het kunstmatig aanbrengen van in zee gewonnen zand om een tekort aan zand te compenseren. Het aanbrengen van zand kan op diverse plaatsen gebeuren, zoals bij de vooroever, in geulen (en op het strand).

Zeespiegelstijging
De lange termijn stijging van de gemiddelde zeespiegel: voor Nederland hangt deze op langere termijnen samen met de mondiale zeespiegelstijging.

BIJLAGE B1. VOGEL- EN HABITATGEBIEDEN

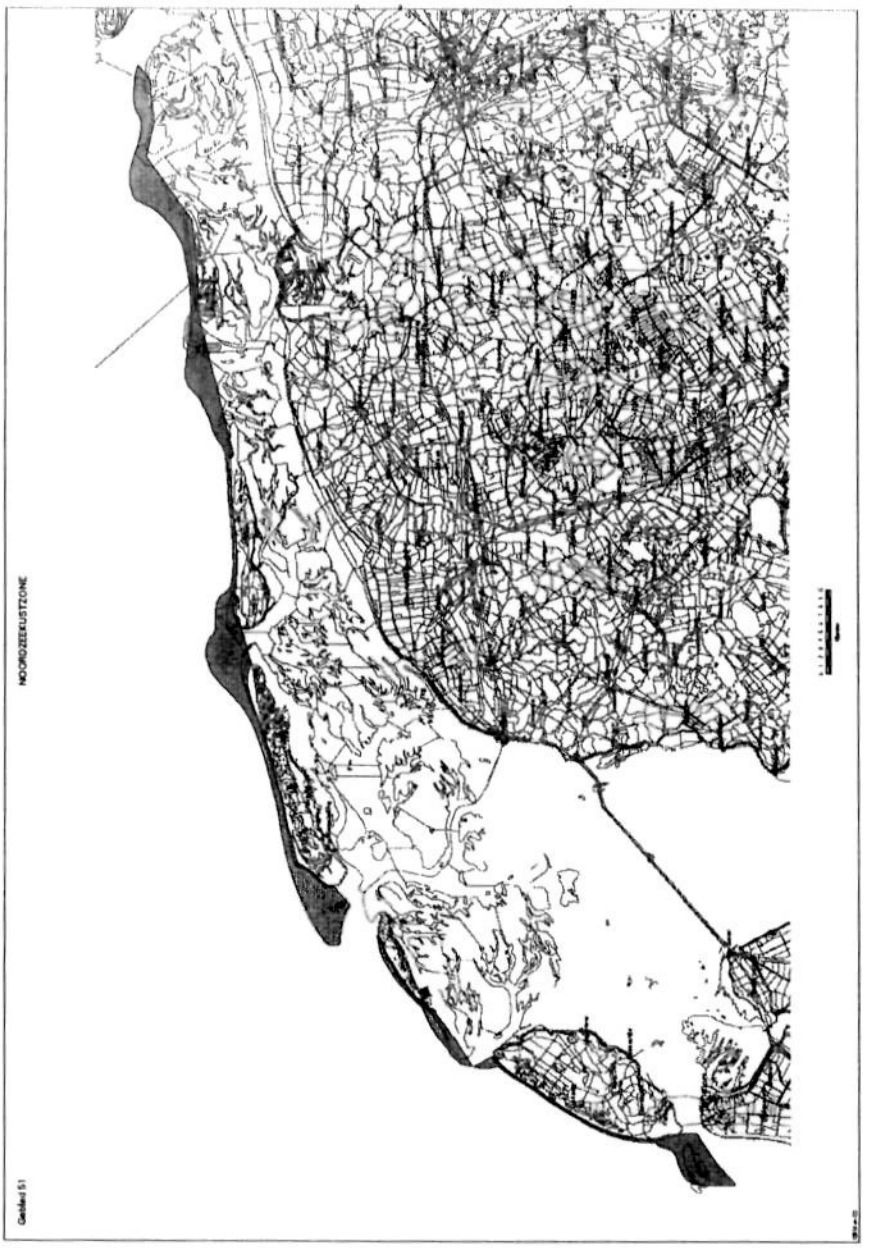


Figuur 1: ***Vogelrichtlijngebied:*** *Lauwersmeer.*

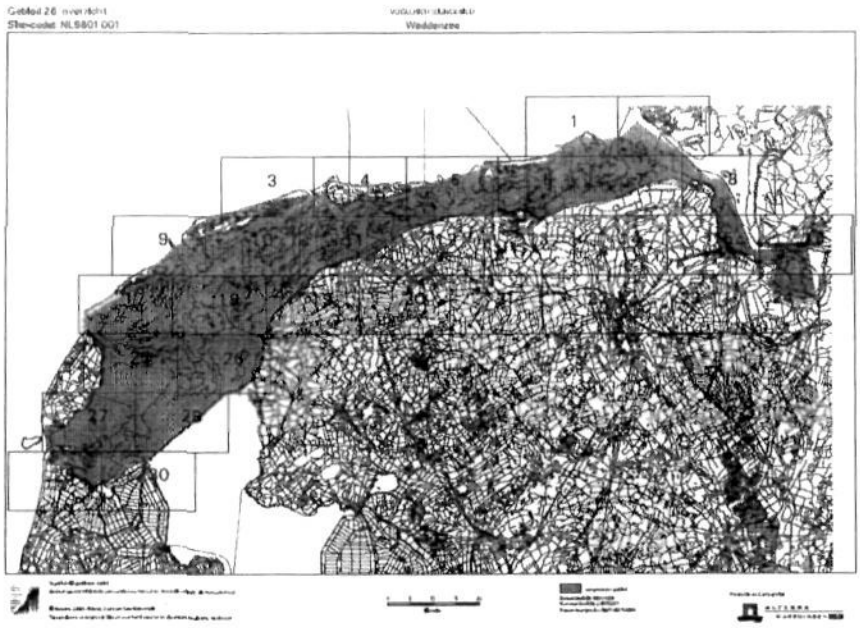


Figuur II: Habitatrichtlijngebied: Duinen van Ameland.

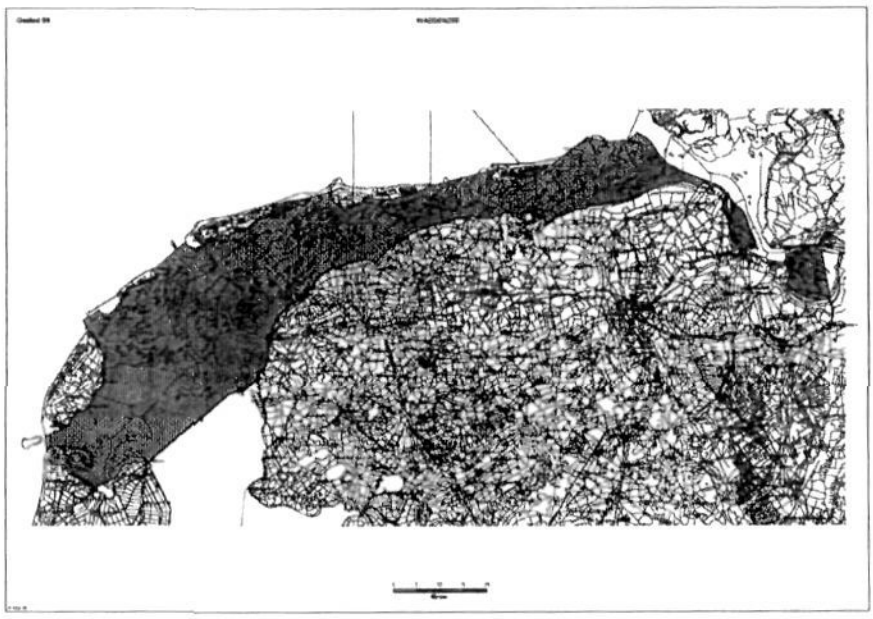
Figuur III: Habitatrichtlijngebied: Duinen van Schiermonnikoog.



Figuur IV: Habitatrichtlijngebied:Noordzeekustzone.



Figuur V: Vogelrichtlijngebied: Waddenzee.



Figuur VI: Habitatrichtlijngebied: Waddenzee

BIJLAGE B2. VOORLOPIGE INSTANDHOUDINGSDOELEN VOOR HET 'WADDENGEBIED' (JUNI 2005)

Als algemene kwalitatieve instandhoudingsdoelstelling, voortvloeiend uit het stelsel van de Vogel- en Habitatrichtlijn, gelden de volgende aspecten:

"Het beleid en beheer ten aanzien van de voorlopige Instandhoudingsdoelen voor de Waddenzee zijn gericht op een duurzame bescherming en ontwikkeling van de Waddenzee als natuurgebied, waarbij de menselijke invloed hierop zo gering mogelijk dient te zijn, en voor de structuren, soorten, planten en dieren die op grond van de Vogel- en Habitatrichtlijn voor de Waddenzee kwalificeren een gunstige staat van instandhouding behouden of herstellen. Het beleid en beheer zijn daarbij gericht op een duurzame bescherming en een zo natuurlijk mogelijke ontwikkeling van onder meer waterbewegingen en de hiermee gepaard gaande geomorfologische, bodemkundige en hydrologische processen, van de kwaliteit van water, bodem en lucht, evenals van de (bodem)flora en de (bodem)fauna, onder meer omvattende de foerageer-, broed- en rustgebieden van vogels."

De hierboven vermelde algemene, kwalitatieve instandhoudingsdoelstelling heeft, meer specifiek, betrekking op het in gunstige staat houden van de ecologische vereisten van de hierna genoemde kwalificerende soorten en habitats.
Definitieve vaststelling van de hierboven weergegeven algemene, kwalitatieve hoofd-instandhoudingsdoelstelling moet nog plaatsvinden. Dit geldt tevens voor de hieruit voortvloeiende en meer concrete (kwantitatieve) op de hierna genoemde, specifieke soorten en habitattypen gerichte, Instandhoudingsdoelen.

Habitatrichtlijn
Aanmeldingen voor de interpretatie van habitattypes vindt men in de "Interpretation Manual of European Union Habitats, version EUR15" zoals goedgekeurd door het Comité opgericht volgens artikel 20 (Habitat Comité) en gepubliceerd door de Europese Commissie. De code komt overeen met de code van Natura 2000.
(* = Habitattype en soort die in de bijlage van de Habitatrichtlijn als prioritair zijn aangemerkt)

1. KUSTHABITATS EN HALOFYTENVEGETATIES

1110 Permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken
1130 Estuaria
1140 Bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten
1310 Eenjarige pioniersvegetaties van slik- en zandgebieden met Salicornia spp. en andere zoutminnende soorten
1320 Schorren met slijkgrasvegetatie (Spartinion maritimae)
1330 Atlantische schorren (Glauco-Puccinellietalia)

2. KUST- EN LANDDUINEN

2110 Embryonale wandelende duinen
2120 Wandelende duinen op de strandwal met Ammophila arenaria ("witte duinen")
2130 *Vastgelegde kustduinen met kruidvegetatie ("grijze duinen")

Voor de onderstaande habitattypen binnen de kust- en landduinen geldt, dat deze alleen voorkomen binnen één of meer van de aangemelde gebieden Duinen van Texel, Duinen van Vlieland en Duinen van Terschelling.
2140 *Vastgelegde ontkalkte duinen met Kraaihei
2160 Duinen met Hippophaë rhamnoides

2170 Duinen met Salix repens ssp. Argentea (Salicion arenariae)
2190 Vochtige duinvalleien
7210 Kalkhoudende moerassen met Galigaan (Cladium mariscus) en soorten van het knopbiesverbond
(Caricion davallianae)

3. SOORTEN

1095 Zeeprik
1099 Rivierprik
1103 Fint
1365 Zeehond
1364 Grijze zeehond

Voor de onderstaande soorten binnen de kust- en landduinen geldt dat ze alleen voorkomen binnen één of meer van de aangemelde gebieden Duinen van Texel, Duinen van Vlieland en Duinen van Terschelling.

1340 *Noordse woelmuis
1903 Groenknolorchis

Vogelrichtlijn
Soorten waarvoor het PKB-gebied Waddenzee kwalificeert dan wel aan de begrenzingscriteria voldoet zoals vastgesteld bij de SBZ-aanwijzingen van 2000 (* = opgenomen in bijlage I Vogelrichtlijn; dit betreft steeds het voorkomen als niet-broedvogel, tenzij anders vermeld).

Aalscholver (broedend en niet-broedend)
Blauwe kiekendief* (alleen broedend)
Bonte strandloper
Brilduiker
Drieteenstrandloper
Eider (broedend en niet-broedend)
Goudplevier*
Groenpootruiter
Grote zaagbek
Kanoetstrandloper
Kleine mantelmeeuw (alleen broedend)
Kluut* (broedend en niet-broedend)
Krakeend
Lepelaar* (broedend en niet-broedend)
Middelste zaagbek
Noordse stern* (alleen broedend)
Rosse grutto*
Scholekster
Slobeend
Steenloper
Toendrarietgans
Tureluur
Visdief* (alleen broedend)
Wintertaling
Zilverplevier
Zwarte stern* (alleen slaapplaats)
Bergeend
Bontbekplevier (broedend en niet-broedend)
Brandgans*
Bruine kiekendief* (alleen broedend)
Dwergstern* (alleen broedend)
Fuut
Grauwe gans
Grote stern* (alleen broedend)
Grutto
Kievit
Kleine zwaan*
Kolgans
Krombekstrandloper
Meerkoet
Nonnetje
Pijlstaart
Rotgans
Slechtvalk*
Smient
Strandplevier* (alleen broedend)
Toppereend
Velduil* (alleen broedend)
Wilde eend
Wulp
Zwarte ruiter

1. INLEIDING

Dit rapport is geschreven ter nadere onderbouwing en formulering van de randvoorwaarden ten behoeve van het Rijksprojectbesluit Gaswinning. De randvoorwaarden worden door de Minister aan de uitvoering van het project verbonden, om zeker te stellen dat de natuurlijke kenmerken van de betrokken gebieden niet worden aangetast. De gestelde randvoorwaarden hebben betrekking op het winningsregime en op maatregelen die, waar en wanneer daartoe aanleiding is, genomen zullen worden om aantasting te voorkomen. De gestelde randvoorwaarden zijn ook kaderstellend voor de PB Rpb.

Daarbij is gebruik gemaakt van een deel van de achtergrondinformatie, die in het kader van de m.e.r.[1] door de initiatiefnemer is verzameld. Daarnaast is gebruik gemaakt van de informatie welke werd verzameld ten behoeve van de besluitvorming van het aangepaste deel 3 van de Planologische Kernbeslissing Waddenzee. Ook de relevante gegevens uit de PB Project Mainport Rotterdam zijn meegenomen binnen de PB Rpb. Zodoende wordt rekening gehouden met de nu aanwezige kennis en best beschikbare informatie.

1.1 Waarom randvoorwaarden?

Het kabinet heeft in 2004 gesteld dat gaswinning onder de Waddenzee binnen strikte randvoorwaarden mogelijk is zonder significante schade voor de natuur. In dit rapport worden grenzen (randvoorwaarden) geformuleerd voor gaswinning en wordt beschreven hoe deze randvoorwaarden zijn bepaald.

Uitgangspunt bij dit alles is zodanig rekening te houden met de bewezen natuurlijke morfologische draagkracht van het Waddenzee- en Noordzeekustzonesysteem, dat de natuurlijke (dynamische) kenmerken van deze gebieden niet door de voorgenomen gaswinning kunnen worden aangetast en dat evenmin schade ontstaat aan de Duinen van Ameland en Schiermonnikoog, die door de Noordzeekustzone beschermd worden.

Voor een goed begrip worden eerst een paar basisprincipes behandeld van het functioneren van de kombergingsgebieden van de Waddenzee met de Noordzeekustzone als één sedimentdelend systeem.

1.2 Sedimentdelend systeem Waddenzee

De Waddenzee en de aangrenzende Noordzeekustzone vormen een sedimentdelend systeem. Elke 12 uur en 20 minuten stromen de Wadden vol met water en vallen de platen vervolgens weer droog (Fig.1.1). Met het water wordt ook sediment (slib en zand) vervoerd. Het sediment dat op één plek wordt opgenomen wordt op een andere plek weer afgezet. De onderdelen van de Waddenzee (de buitendelta's, de eilanden, de geulen en de wadplaten; Fig. 1.1) wisselen zo voortdurend sediment uit. Naast stroming spelen golfslag en wind een belangrijke rol in het sedimenttransport.

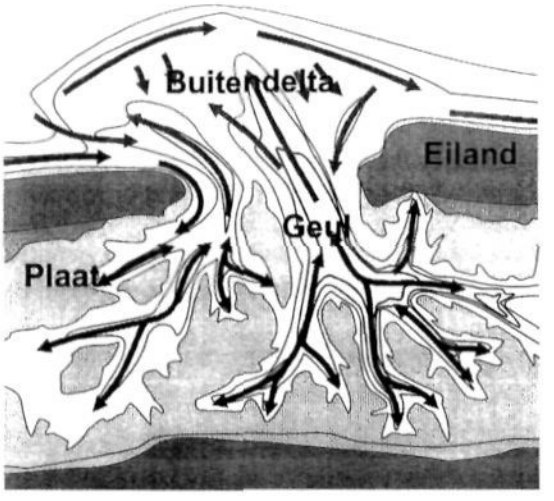
---

[1] Over de gaswinning moet door de initiatiefnemer een milieu-effectrapportage (m.e.r.) opgesteld worden, waarvan de gevolgen voor natuur deel uitmaken. In de richtlijnen voor uitvoering van de m.e.r. over het NAM-initiatief heeft bevoegd gezag aangegeven dat hierin een Passende Beoordeling van het project wordt opgemaakt.

BIJLAGE C. GASWINNING BINNEN RANDVOORWAARDEN: ONDERBOUWING RANDVOORWAARDEN VAN HET RIJKSPROJECTBESLUIT.

INHOUDSOPGAVE

1. Inleiding **14**
1.1 Waarom randvoorwaarden? 14
1.2 Sedimentdelend systeem Waddenzee 14
1.3 Relatieve zeespiegelstijging, meegroeivermogen en zandhonger 15
1.4 Leeswijzer 15
2. Meegroeivermogen kombergingsgebieden **17**
2.1 Aanpak bepaling meegroeivermogen Waddenzee 17
2.2 Algemeen: barrièrekusten 18
2.3 Nederlandse Waddenzee 19
2.4 Morfologische randvoorwaarden aan de opbouw van het Waddengebied 19
2.5 Suppleties 30
3. Onderbouwing keuze zeespiegelstijging-scenario **36**
3.1. Inleiding 36
3.2. Wat is zeespiegelstijging en waarom is dat zo moeilijk voorspelbaar? 36
3.3. Hoe is de aangenomen versnelling bepaald? 37
3.4. Wat is het gekozen snelheidsverloop? 42
3.5 Wanneer begint de versnelling? 42
3.6 Conclusie 45
4. Middeling over de tijd: invloed van korte termijn fluctuaties **46**
4.1 Inleiding 46
4.2 Krachtenbalansen en sedimentaire evenwichten 46
4.3 Getijdeasymmetrie 46
4.4 De invloed van de 18,6 jarige cyclus van het getij 47
4.5 De invloed van weer en wind 49
4.6 Hoe om te gaan met de korte termijn fluctuaties? 50
4.7 Gebruiksruimte voor inpassen bodemdaling t.g.v. voorgenomen gaswinning 51
5. Randvoorwaarden **55**
Bronvermelding **59**



Figuur 1.1 De diverse onderdelen van een zeegatsysteem (buitendelta, eilanden, geulen en platen) met daarop in rood aangegeven de bruto water- en sedimentbewegingen.

Als er iets verandert in de stromingen of in de invloed van golven, veranderen de onderdelen (de buitendelta's, de eilanden, de geulen en de wadplaten) van vorm en afmetingen, en vice versa. Op de schaal van de Waddenzee verkeren op die manier de bodem en de waterbewegingen in een dynamisch evenwicht met elkaar, waarbij de afmetingen van de onderdelen nauw samenhangen met de waterbewegingen[2]. Dit opent de weg naar een beter begrip van de ontwikkeling van de Waddenzee en de Waddeneilanden en hun reactie op bodemdaling en zeespiegelstijging.

1.3 Relatieve zeespiegelstijging, meegroeivermogen en zandhonger

Veranderingen in onderdelen van het Waddenzeesysteem kunnen leiden tot een lokaal sedimentsurplus of -tekort. Voor deze studie zijn de sedimenttekorten van belang, die veroorzaakt worden door de relatieve zeespiegelstijging. Relatieve zeespiegelstijging is de optelsom van de absolute zeespiegelstijging plus de daling van de bodem (door natuurlijke + menselijke invloeden). Deze sedimenttekorten staan ook wel bekend als de "zandhonger van de Waddenzee", omdat de Wadden hoofdzakelijk uit zand bestaan. Zolang de relatieve zeespiegelstijging wordt opgevangen door extra sedimentatie, blijft het dynamische evenwicht (relatieve plaathoogte t.o.v. de zeespiegel, geuldimensies, buitendelta-sedimentvolume) bewaard. Het systeem blijft dan functioneren binnen de natuurlijke fluctuaties die het Waddensysteem in de afgelopen honderd jaar heeft gekend. Van belang is dus een voldoende netto zandaanvoer waarop tenminste gerekend kan worden, oftewel het meegroeivermogen door sedimentatie.

1.4 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 wordt gezocht naar de grootte van het meegroeivermogen per kombergingsgebied. Onder natuurlijke condities wordt het benodigde zand

---

[2] Het principe erachter is vrij eenvoudig: als de stroomsnelheden te hoog worden en/of als de golven teveel turbulentie aan de bodem veroorzaken, kunnen de zand- en slibdeeltjes niet blijven liggen en worden ze rollend over de bodem of zwevend in het water meegenomen. Daardoor neemt de waterdiepte toe zodat de stroomsnelheid of de invloed van de golven op de bodem iets afneemt. Dat gaat net zo lang door tot de korrels wel kunnen blijven liggen en de bodem niet verder verdiept. Omgekeerd: waar het water te langzaam stroomt of de golven te weinig turbulent zijn, kan juist zand en slib tot bezinking komen waarbij de stroomsnelheden en de invloed van de golven op de bodem iets kunnen toenemen.

onttrokken aan de kustlijn en vooroever aan de Noordzeezijde van de eilanden, waardoor de eilanden zich geleidelijk aan landwaarts terugtrekken. Vanaf 1990 wordt deze landwaartse terugtrekking tegengegaan door Rijkswaterstaat door het aanbrengen van extra zand in de vooroever van de eilanden. Preventieve zandsuppleties zijn ook het middel om aantasting van de VHR-gebieden Noordzeekustzone, Duinen Ameland en Duinen Schiermonnikoog te voorkomen. Ook dit wordt beschreven in Hoofdstuk 2.

Voor de nabije toekomst moet echter, gezien de mogelijke klimaatveranderingen, rekening worden gehouden met een versnelde zeespiegelstijging. Onder de aanname van een gelijkblijvend meegroeivermogen wordt de ruimte die beschikbaar *is voor bodemdaling door voorgenomen gaswinning (gebruiksruimte) dan kleiner.* Hoe hiermee rekening gehouden wordt, is behandeld in Hoofdstuk 3.

Vanwege natuurlijke fluctuaties in het systeem en vanwege een zekere vertraging in de aanvulling van een zandtekort is het van belang vast te stellen over welke periodes gekeken moet worden, en welke schommelingen daarbinnen toelaatbaar zijn. Dit wordt behandeld in Hoofdstuk 4.

In Hoofdstuk 5, tenslotte, wordt een overzicht gegeven van de randvoorwaarden die volgen uit de daaraan voorafgaande beschouwingen. Deze zijn in het Rijksprojectbesluit Gaswinning geformuleerd en gemotiveerd, en door de Minister aan de uitvoering van het project verbonden om zeker te stellen dat de natuurlijke kenmerken van de betrokken gebieden niet worden aangetast. De gestelde randvoorwaarden hebben betrekking op het winningsregime en op maatregelen die, waar en wanneer daartoe aanleiding is, genomen zullen worden om aantasting te voorkomen. De gestelde randvoorwaarden zijn ook kaderstellend voor de Passende Beoordeling ex art. 6, lid 3 van de Habitatrichtlijn van het Rijksprojectbesluit over de door NAM voorgenomen gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen, met alle bijkomende werken (Startnotitie Milieu Effect Rapportage, januari 2005).

2. MEEGROEIVERMOGEN KOMBERGINGSGEBIEDEN

2.1 Aanpak bepaling meegroeivermogen Waddenzee

In deze bijlage wordt bepaald bij welke maximale relatieve zeespiegelstijgsnelheid (rZSS[3]) redelijkerwijs vaststaat dat het geomorfologische evenwicht[4] in de Waddenzee nog in stand zal blijven: we noemen dit het meegroeivermogen van de Waddenzee. De rZSS zal dan per definitie niet groter dienen te zijn dan de sedimentatie met een naijling van ten hoogste enkele jaren. Bij een rZSS groter dan nul is het geomorfologische evenwicht afhankelijk van het vermogen van de Waddenzee om sediment in te vangen dat door het getijdewater vanaf de Noordzee de Waddenzee in wordt getransporteerd: zo blijft gemiddeld over perioden van meerdere jaren de gemiddelde ruimtelijke verdeling van de geomorfologische componenten gelijk. De Waddenzee groeit als het ware verticaal mee met de toename van het hoogteverschil tussen de ondergrond en de zeespiegel.

Binnen elk kombergingsgebied is de sedimentaire dynamiek zo sterk dat verstoringen 'uitgesmeerd' worden over dat hele gebied (bijv. Begeleidingscommissie Ameland, 2000; 2005). Dit betekent dat de vraag hoeveel verstoring kan worden opgevangen in principe per kombergingsgebied moet worden bekeken[5]. De kernvraag is hoe groot het volume zand is dat per periode kan worden ingevangen in elk van de betrokken kombergingsgebieden. Daarom is het meegroeivermogen omgezet naar sedimentatiesnelheden in mm/jaar gemiddeld over het gehele kombergingsgebied over een langere periode.

Het meegroeivermogen kan worden bepaald op basis van de combinatie van: 1. het zandleverend vermogen van de Noordzeekust, 2. de transportcapaciteit van de zeegaten, 3. het sedimentvangend vermogen van de wadplaten. Daarbij is, met het oog op het voorzorgbeginsel, een voorzichtige, conservatieve benadering gekozen, zodat wordt uitgegaan van de laagste schatting van het meegroeivermogen. Als uitgangspunten zijn gehanteerd:

1) Dat vooral gekeken is naar de sedimentatie zoals waargenomen over perioden van 6 jaar, maar bij voorkeur perioden van meer dan 19 jaar;
2) Dat, bij meerdere waarden voor de zo gevonden meegroeicapaciteit, de laagste waarden worden aangehouden;
3) Dat rekening is gehouden met al bestaande zandhonger t.g.v. andere processen;
4) Dat bij modelbenaderingen steeds een voorzichtig uitgangspunt wordt gehanteerd.

Er is rekening gehouden met de afzetting van slib (<16 micron). Voor de Noordzeekustzone zijn een aantal van de oorspronkelijke berekeningen van Oost e.a. (1998) onverkort overgenomen. Dat wil zeggen rekening houdend met iets meer slib dan er volgens recent onderzoek (Zwarts, 2004)[6] blijkt te liggen, waardoor er een geringe overschatting van ca. 5% van het meegroeivermogen optreedt. Dit is echter niet van invloed op de eindconclusie.

---

[3] De rZSS: de som van de stijgsnelheid van de zeespiegel en de daalsnelheid van de ondergrond; Geen rekening is gehouden met erosie en sedimentatie, wel met gaswinning en andere menselijke beïnvloeding.

[4] Geomorfologisch evenwicht zoals in dit rapport gebruikt m.b.t. de Waddenzee: De duurzame aanwezigheid van sedimentatie- en erosieprocessen, waarbij de verschillende geomorfologische elementen van de Waddenzee, zoals geulen en platen met een verschillende diepteligging, binnen dezelfde variatiebreedte als de afgelopen 100 jaar in stand blijven.

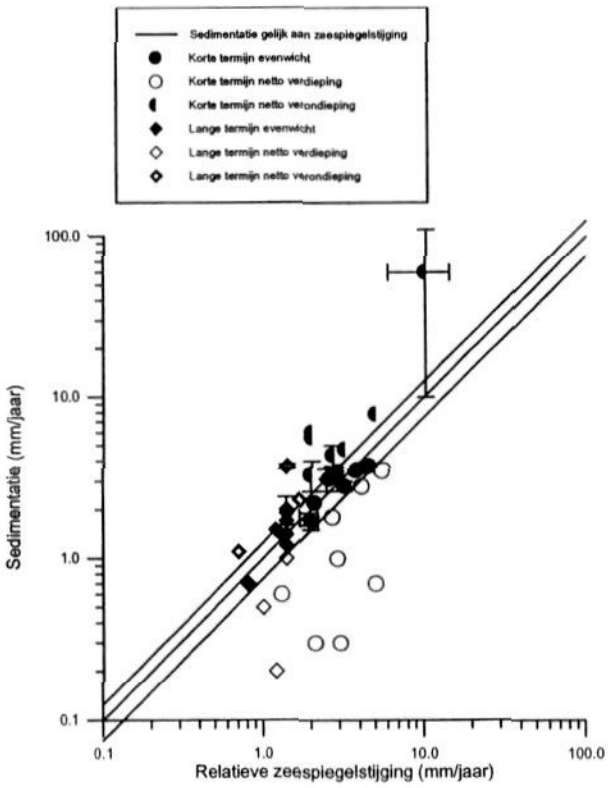
[5] In een eerste benadering wordt het transport over de wantijen verwaarloosd.

[6] Het gemiddelde slibgehalte na 1992 van het sediment op de Wadplaten bedraagt ca. 3,2 ± 3,2 gewichtsprocent (ca. 0-12,8% slib in volumeprocenten; Zwarts, 2004); in de geulen is dit waarschijnlijk lager.

2.2 Algemeen: barrièrekusten

De morfologische ontwikkeling van barrièrekusten wordt bepaald door de balans tussen sedimenthonger en sedimentaanbod. De zandhonger wordt bepaald door de mate van uit evenwicht zijn van de kust t.o.v. de heersende hydraulische omstandigheden. Voor het Holoceen wordt deze in belangrijke mate gedicteerd door de zeespiegelstijging. Het sedimentaanbod wordt bepaald door: 1. het sediment dat beschikbaar is in de kustzone, 2. kustwaartse en kustparallelle aanvoer en 3. aanvoer via rivieren.

Gebieden die door barrière-eilanden of een landtong worden gescheiden van de open zee worden lagunes genoemd. Ook de Waddenzee is een lagune. De ontwikkeling van de lagunes behoeft geen afspiegeling te zijn van het sedimentaire gedrag van de ervoor liggende eilandkust. Soms ontvangen eilandkusten onvoldoende sediment om de zeespiegelstijging te kunnen compenseren, terwijl lagunes geheel opvullen. Aan de sedimentvraag van de lagunes wordt dan voldaan door de sedimentstromen langs de eilandkusten (die bijvoorbeeld gegenereerd worden door erosie van die kust) en via rivieren. Het klassieke beeld van een lagune is dat deze een afzettingsgebied vormt dat langzaam vanuit zee of via rivieren wordt opgevuld. Inderdaad voldoet een groot aantal lagunes aan dit beeld. Daartegenover staan voorbeelden waarbij lagunes dieper of breder worden, doordat de sedimentatie in de lagune achterblijft bij de relatieve zeespiegelstijging.



Figuur 2.1 Verschillende gevallen waarbij de lagune opvult (boven getrokken lijnen), dieper komt te liggen (onder getrokken lijnen) of sedimentatie gelijke tred houdt met de zeespiegelstijging (middelste getrokken lijn). De onderste en bovenste lijn geven een sedimentatie weer die een factor 0.25 kleiner, respectievelijk groter is dan de zeespiegelstijging; data Nichols (1989). Korte en lange termijn slaat op metingen over decennia respectievelijk meerdere decennia.

Een derde groep wordt gevormd door lagunes waarbij de zeespiegelstijging opgevangen wordt door sedimentatie (een dynamisch evenwicht zoals in de Waddenzee waarbij geen totale opvulling optreedt). Ook in de Verenigde Staten blijkt zich in een aantal lagunes een dergelijk evenwicht te handhaven (fig. 2.1; Nichols, 1989).

2.3 Nederlandse Waddenzee

De Nederlandse Waddenzee is een sedimenterend systeem, waarbij (overwegend) zand dat zich in de kuststrook aan de Noordzeezijde bevindt, netto door de stromingen naar binnen wordt gebracht. Dat dit inderdaad gebeurd wordt aangetoond door de waarneming dat de kustlijn 5000-6000 jaar geleden zo'n 11 km (ter hoogte van Schiermonnikoog; Sha, 1992) tot 9,5 km (oost Terschelling; Sha, 1990) meer zeewaarts lag dan tegenwoordig, terwijl er netto maar zeer weinig Holoceen sediment is achtergebleven. Uitzondering zijn de opvullingen van geulen die de Pleistocene (oudere) ondergrond hebben uitgeschuurd (van der Molen & de Swart, 2001; van der Molen, 2002). Daarnaast zijn er geen bewijzen dat de vorm van het kustprofiel werkelijk veranderd is sinds de middeleeuwen (Stam, 1997; Terwindt & van Rijn, 1997). Op grond van de mineralogische en korrelgrootte verschillen tussen de diverse eilanden kan tevens worden geconcludeerd dat het kustparallelle sedimenttransport over een zeegat heen gering is ten opzichte van de kombergingwaartse transporten (Veenstra & Winkelmolen, 1976; Ehlers, 1988; Oost, 1995).

Binnen de Waddenzee is niet uitsluitend sprake van afzetting van sediment. Er vindt ook erosie plaats, en wel:

- Door het verplaatsen van geulen en prielen in het Waddengebied en het verplaatsen van kreken in de kwelders. Over het algemeen is ruwweg de hoeveelheid geulen per kombergingsgebied vrij constant, zodat de erosie aan één kant gecompenseerd wordt door sedimentatie aan de andere kant.
- De hoge platen en Halligen-achtige oude vastelandsresten worden weggeschuurd. Zo zijn de eilanden Bosch, Griend, Heffesant en Cornasant geleidelijk aan (grotendeels) verdwenen. Dit is hoogstwaarschijnlijk gebeurd door erosie als gevolg van het verplaatsen van geulen en door middel van stormvloeden.
- Ook nabij het vasteland trad in het verleden veel erosie op, waarbij het vasteland overstroomde, soms ook nadat het plaatselijke veendek door oxidatie was aangetast en door (stormvloed-)erosie aan de rand werd afgebroken.

Voor alle gebieden die aan sedimentatie en erosie onderhevig zijn geldt dat zich uiteindelijk een gebied vormt dat vrij gelijkmatig van opbouw is, bestaande uit inter- en subgetijdeplaten en uit geulen.

2.4 Morfologische randvoorwaarden aan de opbouw van het Waddengebied

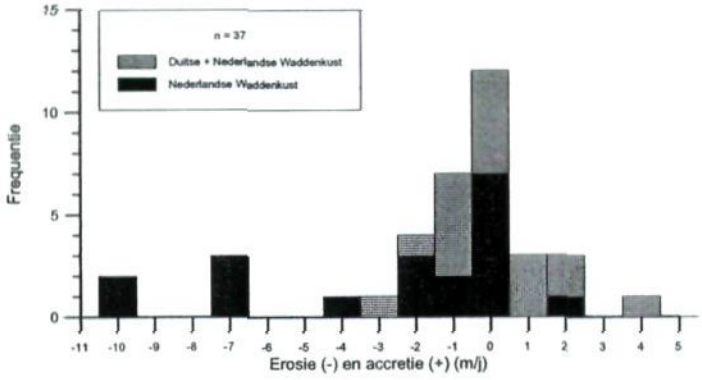
De opbouw door sedimentatie van het gebied is niet onbeperkt snel; er zijn natuurlijke grenzen door:

1) Zandleverend vermogen Noordzeekust

Omdat er netto weinig achterblijft van het uit de kust geërodeerde zand aan de Noordzeezijde (zie boven) is het mogelijk om op grond van kustachteruitgang over langere perioden af te leiden hoeveel sediment kan worden aangevoerd naar het achterliggende Waddengebied. Bij elke meter kusterosie komt langs de 180 km lange kust van Noord-Holland tot de Eems $3{,}8*10^6$ m^3 zand vrij. Hierbij is uitgegaan van een gelijkblijvend actief kustprofiel en buitendelta profiel tot –20 meter NAP, zonder verkleining van het duin- en eilandprofiel. Oudere gegevens en boringen wijzen uit dat de eilanden en duinen landwaarts migreren bij kustafslag over oudere

wadafzettingen heen. Dit én de vrij constante lengte van de totale hoeveelheid waddeneilanden (ze zijn iets gegroeid) impliceert dat daardoor netto geen belangrijke hoeveelheden zand kunnen vrijkomen uit het profiel boven de hoogwaterlijn (+1 m NAP).

Om een idee te krijgen van de lange termijn zandafvoer moet worden gekeken naar de langzaamste schakel in de hele kustterugtrekking: dit zijn de middengedeelten van de eilanden. Uit historische kustgegevens vanaf 1500 blijkt dat kustachteruitgang-snelheden in het centrum van een eiland tot circa gemiddeld 7 m/jaar gedurende vele decennia zijn opgetreden langs grotere delen van de kust (fig. 2.2). Bij kleine eilanden kunnen zelfs snelheden worden bereikt van 10 m/jaar, zoals in het geval van Vlieland over de periode 1688-1765 (fig. 2.2). De lengte van Vlieland is zo gering dat langs de volle kust de veel sterkere zeegat-gerelateerde sediment-transporten overheersen. Daarom kan de kusterosie op dit eiland niet als maatgevend worden beschouwd. De kustachteruitgang van 7 m/j vormt daarmee een waargenomen hoogste waarde voor grootschalige kustachteruitgang over eeuwen van de Waddeneilanden op grond van gegevens vanaf de 16^{e} eeuw.

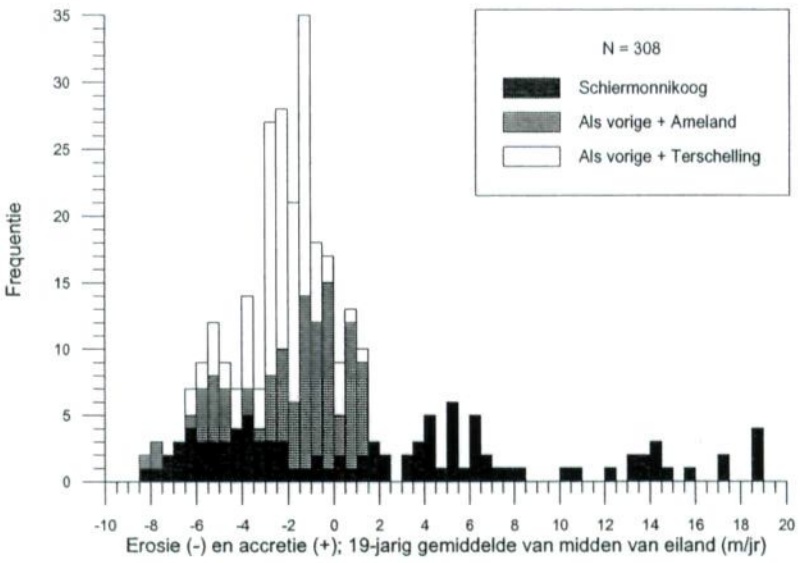


Figuur 2.2 Frequentiehistogram van lange termijn kustlijnverplaatsing langs de Waddenkust (middens van de eilanden, d.w.z. het langzaamst verplaatsende deel van het eiland, die daarmee maatgevend is voor de netto kustbeweging op langere termijn) vanaf Noord-Holland tot en met Wangerooge vanaf de 16^{e} eeuw, gebaseerd op historische kustlijnreconstructies (landwaarts is negatief; bronnen: Luck, 1975; Ligtendag, 1991; data RWS tot 1990). Data betreffen gemiddelden over vele km kustlengte en over vele decennia.

Naast deze grove benadering over vele decennia is ook gekeken naar de ontwikkeling over een paar decennia in wat meer detail. In fig. 2.3 is de verandering van de kustlijnpositie weergegeven gebaseerd op jaarlijkse waarnemingen van de Gemiddeld Hoogwaterlijn (GHW-lijn) vanaf 1860/1880 (Data RWS). Uit de 19-jarige gemiddelden[7] blijkt dat van tijd tot tijd een kustachteruitgang tot maximaal 8 m/jr is opgetreden. Op grond van indijkingen en meer-jaarlijkse fluctuaties in het zeeniveau zal de sedimentbehoefte in de achterliggende kombergingsgebieden van tijd tot tijd groter zijn geweest dan wat op deze wijze kon worden aangeleverd door de kust. Het suggereert dat er een bovengrens is met betrekking tot de hoeveelheid sediment die eilandkusten over langere perioden kunnen leveren. Dit wordt ondersteund door de waarneming dat het sediment, nodig voor herstel van het sedimentaire evenwicht in het kombergingsgebied van het Marsdiep na de afsluiting van de Zuiderzee, niet leidde tot een nog snellere kustachtergang op Texel dan 8 m/j.

Dit was echter niet voldoende gegeven de zandhonger en een deel van het zand werd "geleend" door middel van een snelle kustwaartse teruglegging van de buitendelta, die daardoor licht afwijkt van zijn evenwichtsdimensies.

[7] Waardoor ook de mogelijke invloed van de 18,6 jarige cyclus van het getij wordt "weggemiddeld".



Figuur 2.3 Frequentiehistogram van lange termijn kustlijnverplaatsing langs de Waddenkust (middens van de eilanden) van de eilanden Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog, gebaseerd op 19-jarige lopende gemiddelden van jaarlijkse opmetingen (waarbij kortere termijnfluctuaties bijvoorbeeld t.g.v. de 18,6 jarige getijdecyclus worden weggefilterd) van de positie van de hoogwaterlijn 1860/1880-1997 (data RWS-Noord).

Tabel 2.1 Schatting van de uit verschillende processen (exclusief gaswinning) resulterende gemiddelde kusterosie en –achteruitgang van de 180 km lange Waddenkust (inclusief Noord-Holland), bij diverse zeespiegelstijgingscenario's. Hierbij is uitgegaan van een kust die vormvast is over een verticale hoogte van 21 meter, een volumetrische bijdrage van 10% aan de zandhonger door slib en is de zandhonger door de huidige en toekomstige gaswinning nog niet meegenomen (door afrondingen kleine afwijkingen mogelijk). In grijs zijn ruwweg huidige zeespiegelstijging (1.8 mm/jr) en hoge verwachtingswaarde (7.1 mm/jaar tussen 2050-2100) weergegeven (Oost e.a., 1998).

Zeespiegel stijging (mm/jaar)	Kusterosie door sediment-behoefte komberging t.g.v. RZSS* (m/jaar)	Kusterosie door afsluitingen (m/jaar)	Kusterosie door zandwinning (m/jaar)*	Kusterosie door verlanding (m/jaar)	Totale kusterosie (m/jaar)**	Kustachteruitgang door relatieve daling van de vooroever t.o.v. zeeniveau (m/jaar)***	Resulterende totale kustachteruitgang (m/jaar)
1	0,6	0,4	0,5-1,2	0-2,1	1,5-4,3	0,5	2,0-4,8
2	1,2	0,4	0,5-1,2	0-2,1	2,1-4,9	0,9	3,0-5,8
3	1,8	0,4	0,5-1,2	0-2,1	2,7-5,5	1,4	4,1-6,9
4	2,4	0,4	0,5-1,2	0-2,1	3,3-6,1	1,9	5,2-8
5	3,1	0,4	0,5-1,2	0-2,1	3,9-6,7	2,4	6,3-9,1
6	3,7	0,4	0,5-1,2	0-2,1	4,5-7,3	2,8	7,4-10,2
7	4,3	0,4	0,5-1,2	0-2,1	5,1-8,0	3,3	8,4-11,2
8	4,9	0,4	0,5-1,2	0-2,1	5,8-8,6	3,8	9,5-12,3
9	5,5	0,4	0,5-1,2	0-2,1	6,4-9,2	4,2	10,6-13,4
10	6,1	0,4	0,5-1,2	0-2,1	7,0-9,8	4,7	11,7-14,5
11	6,7	0,4	0,5-1,2	0-2,1	7,6-10,4	5,2	12,8-15,6
12	7,3	0,4	0,5-1,2	0-2,1	8,2-11	5,6	13,8-16,6

Echter, de kustachteruitgang bij zeespiegelstijging wordt niet alleen veroorzaakt door kusterosie ten gevolge van zandhonger van de achterliggende Waddenzee, maar ook door het "onder water lopen" van het strandprofiel, waardoor de kustlijn in landwaartse richting schuift. Daarmee rekening houdend blijkt uit tabel 2.1 dat bij een grootschalige kustachteruitgang over de volle lengte van de kust van maximaal 8 m/jaar nog relatieve zeespiegelstijgingsnelheden kunnen worden gecompenseerd van 4,0 tot 6,6 mm/jaar, afhankelijk van de mate van zandwinning en verlanding (het proces van kweldervorming). Bij hogere zeespiegelstijgingsnelheden moet er rekening mee worden gehouden dat de achterliggende kombergingsgebieden op langere termijn van meerdere decennia mogelijk onvoldoende sediment ontvangen om de zeespiegelstijging (direct) bij te houden. Daarbij zijn de grote zeegaten gevoeliger dan de kleinere.

Dit wordt ook ondersteund door reconstructies van eerdere fasen van het Holoceen. Daaruit blijkt dat bij zeespiegelstijgingsnelheden van meer dan 3 à 4 mm/jaar de achterliggende zeer grote kombergingsgebieden verdrinken (van der Spek, 1994; Beets, van der Spek & van der Valk, 1994; Beets & van der Spek, 1996).

Wel moet daarbij worden aangetekend dat gedurende enkele decennia nog extra zand kan vrijkomen door de tijdelijke erosie van de buitendelta. Ook kan dit gebeuren doordat bij een door relatieve zeespiegelstijging veroorzaakte toename in getijdevolume[8] de buitendelta's minder snel in zandvolume toenemen dan dat de, in watervolume toenemende, geulen zand leveren. Hierbij moet opgemerkt worden dat dit effect net zolang optreedt, totdat het getijdenvolume van het bijbehorende kombergingsgebied uiteindelijk weer naar zijn oude waarde terugkeert en ook de buitendelta's weer hun oude zandvolume terug dienen te krijgen.

Berekening per kombergingsgebied
Grote verschillen in mineralogie en een geleidelijke afname in korrelgrootte van eiland tot eiland (tabel 2.2) suggereren dat een beperkt deel van het zand erin slaagt om de zeegaten over te steken (Veenstra & Winkelmolen, 1976; Ehlers, 1988; Oost, 1995). Daaruit volgt dat de zandbehoefte van het achterliggende kombergingsgebied in eerste instantie vooral lokaal onttrokken wordt door kusterosie van de naastliggende kusten[9]. Op grond hiervan is een berekening gedaan over de maximale zandhonger die kan worden opgevangen indien het sediment uitsluitend uit de bijbehorende kust wordt onttrokken (tabel 2.3). In tabel 2.3 is (op vergelijkbare wijze als in tabel 2.1) een berekening gemaakt per zeegat voor de zandhonger die jaarlijks nog zou kunnen worden gecompenseerd in geval van een kustachteruitgang van 8 meter per jaar, onder omstandigheden van een maximaal verwachte verlanding en doorgaande baggerwerkzaamheden. Net als in tabel 2.1 zijn eventuele beperkingen van het sedimenttransport over de platen in eerste instantie genegeerd. Hoewel door de bank genomen de ordegrootte van de zeespiegelstijging die nog opgevangen kan worden redelijk overeenkomt met die van tabel 2.1, zien we dat de kleinere zeegatsystemen door het daar relatief grote zandaanbod veel beter in staat zijn om de versnelling van zeespiegelstijging bij te houden dan de grotere.

Gezien de ligging van de bodemdalingscontouren van de door de NAM voorgenomen gaswinning (fig 2.1 PB) zijn met name de getallen voor Pinkegat en Zoutkamperlaag relevant. Bij het Pinkegat zou op grond van de berekening nog een extra sedimentonttrekking mogelijk zijn bij een zeespiegelstijgsnelheid van 11 mm/jaar, terwijl bij de Zoutkamperlaag de grens al bereikt zou zijn bij circa 6 mm/jaar.

---

[8] Getijdevolume: Het watervolume dat bij vloed naar binnen stroomt+het volume dat bij eb naar buiten stroomt.

[9] Het feit dat de Noordzeekusten van de eilanden in elkaars verlengde liggen suggereert dat de zandtekorten uiteindelijk met elkaar "gedeeld" worden..

Tabel 2.2 Gegevens van de korrelgroottes van zanden langs de Noordzeekust (Kohsiek, 1983).

Naam	D_{50} (1982)
Schiermonnikoog	217
	229
Ameland	233
	244
	240
Terschelling	292
	317
	265
	280
Vlieland	244
	352
	313
Texel	327
	296
Noord-Holland	372
	407
	335

Tabel 2.3 Maximale zandhonger (gecorrigeerd voor 10 volume-procent slibsedimentatie) die jaarlijks nog op te vangen is na aftrek jaarlijkse zandhonger bij diverse zeespiegelstijgingscenario's (uit tabel 5.3) onder de voorwaarde dat de kust maximaal 8 m/jaar achteruit mag gaan, gemiddeld over langere perioden (decennia). Hierbij is uitgegaan van een maximaal verwachte invloed van verlanding en baggerwerkzaamheden. In grijs zijn aangegeven de gebieden waar geen extra zandhonger meer kan worden opgevangen bij de optredende zeespiegelstijging en de maximale verlanding en baggerwerkzaamheden. In donkergrijs zijn aangegeven de gebieden waar zelfs geen extra zandhonger meer kan worden opgevangen bij de optredende zeespiegelstijging zonder verlanding of baggerwerkzaamheden (Oost e.a., 1998).

	Lengte kust (km) ↓	Nog mogelijk op te vangen jaarlijkse zandhonger na aftrek jaarlijkse zandhonger door zeespiegelstijging, maximum verlanding en zandwinning (10^6 m^3/jaar)							
Zeespiegelstijging (tabel 5.3) (mm/jr) →		1.8	3.1	4.9	6.2	7.1	8.6	10	11.2
Vlie	33.5	1.5	0.3	-1.4	-2.6	-3.4	-4.8	-6.2	-7.4
Borndiep	29	3.3	2.5	1.5	0.8	0.3	-0.6	-1.4	-2
Pinkegat	16.5	2.3	2	1.6	1.3	1.1	0.8	0.4	0.2
Zoutk.laag	13	1.2	0.9	0.5	0.2	-0.1	-0.4	-0.8	-1.1
Eilanderbalg	11	1.5	1.3	1	0.8	0.7	0.4	0.2	0
Lauwers	6	0.1	-0.2	-0.5	-0.8	-1	-1.2	-1.5	-1.7
Schild	6.5	0.9	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.1	0
Westereems	12	-3.1	-3.9	-5	-5.7	-6.2	-7.1	-7.9	-8.6
Eilanderbalg t/m Westereems	35.5	-0.6	-2.1	-3.9	-5.2	-6.1	-7.6	-9.1	-10.3

2) Transportcapaciteit zeegat.

De transportcapaciteit van de zeegaten bepaalt de jaarlijkse hoeveelheid sediment die door de zeegaten bruto in- en uitstroomt ofwel de jaarlijkse sedimentflux. Schattingen van de zandflux zijn op grond van metingen gedaan door Eysink (1993b&c): de hoeveelheid zand die over de getijden bruto naar binnen stroomt is voor het Vlie 13.5-18.5*10^6 ton/jaar[10]. Uitgaande van vrijwel gelijke stroomsnelheden

[10] Op grond van metingen blijkt dat door het Vlie onder rustige weerscondities per springtij 25-35*10^6 kg zand en 25-40*10^6 kg fijner materiaal naar binnen en weer naar buiten wordt gevoerd. Het zandtransport per gemiddelde vloed wordt berekend door de waarde te vermenigvuldigen met een factor 0.75.

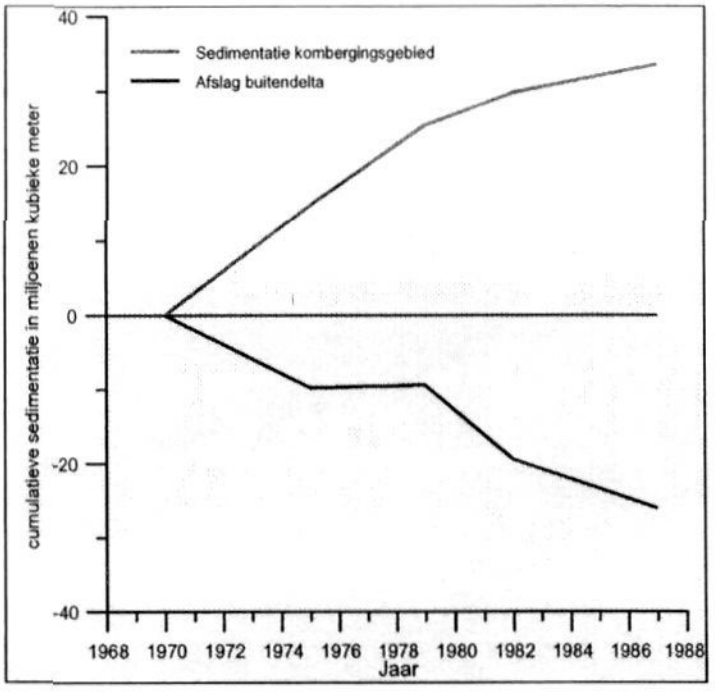
in andere zeegaten kan de jaarlijkse bruto zandinstroom voor andere zeegaten geschat worden (tabel 2.4). Deze bruto zandinstroom, die maar deels permanent tot afzetting komt (Eysink, 1993b&c), vormt een gemiddelde bovengrens voor de hoeveelheid sediment die via een zeegatsysteem gemiddeld kan worden aangevoerd en zou kunnen worden afgezet door de geulen in een jaar. Een vergelijking tussen lodingen (met hun inherente onzekerheden, periode na 1958) laat zien dat in circa de helft van de kombergingsgebieden de voorspelde minimum bruto zandinstroom vrijwel gelijk is aan de gemeten sedimentatie (op het Borndiep (= zeegat van Ameland) en de Eilanderbalg na gaat het hierbij om zeegaten die sterk verstoort zijn door menselijke ingrepen, waardoor de buitendelta grote hoeveelheden zand is gaan leveren).

Gezien bovenstaande waarnemingen lijkt het veilig te veronderstellen dat de gemiddelde bovengrens voor de jaarlijkse hoeveelheid sediment, die door een zeegatsysteem kan worden aangevoerd en bij extreme verstoring voor 100% tot afzetting komt, tenminste gelijk is aan de minimum schatting van de bruto import. Uit nadere analyse blijkt dat in dergelijke gevallen dit met name is gebeurd in de Waddengeulen na stevige verstoringen. Op grond hiervan wordt vastgesteld dat de *transportcapaciteit van de zeegaten geen bottle-neck is voor de sedimentatie in het* achterliggende waddengebied, maar het maximaal mogelijke sedimentaanbod vanaf de kust ver overtreft.

Tabel 2.4 De bruto zandinstroom in de verschillende zeegatsystemen versus de gemeten maximale sedimentatiesnelheid (Deels naar Oost e.a., 1998).

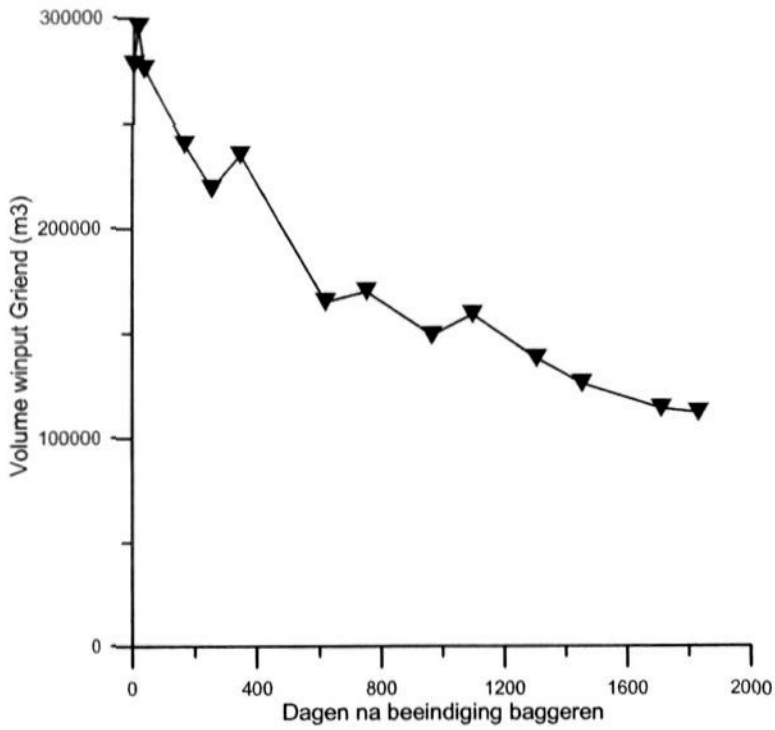
Kombergingsgebied	Geschatte minimale gem. bruto zandinstroom) (10^6 m^3/jaar) Eysink (1993 b&c)	Gemeten maximale sedimentatiesnelheid (10^6 m^3/jaar) na 1958
Marsdiep	6,1	7,7
Eijerlandse Gat	3,2	0,5
Vlie	8,7	8,6
Zeegat van Ameland (Borndiep)	3,5	2,9
Pinkegat	1,9	1,4
Zoutkamperlaag na sluiting Lauwerszee	2,9	3,0
Eilanderbalg	1,5	1,4
Lauwers	2,9	1,2
Schild	1,3	0,4
Wester-Eems	8,4	5,2

3) Sedimentvangend vermogen wadplaten.
Over de reactie van het Waddenzeesysteem op plotselinge veranderingen in de hydrodynamische omstandigheden, zoals een toename van de waterdiepte of een verandering van het getijdevolume, is vanuit het verleden een en ander bekend. In Figuur 2.4 is de reactie weergegeven van het kombergingsgebied Zoutkamperlaag op de afsluiting van de Lauwersmeer. Als gevolg daarvan nam het zandvolume van de buitendelta af met 26 miljoen kubieke meter, terwijl de hoofdgeulen in het kombergingsgebied sterk werden opgevuld (34 miljoen kubieke meter). In het figuur is duidelijk het asymptotische verloop van deze processen te zien (Data: Oost & De Haas, 1993, 1994).



Figuur 2.4 De morfologie van de diverse getijdensystemen in de Waddenzee is normaal gesproken in evenwicht met de heersende hydrodynamische omstandigheden. Bij een permanente verandering van de hydrodynamische omstandigheden past de morfologie zich aan, zodat een nieuw hydrodynamisch evenwicht ontstaat. Door de afsluiting van de Lauwerszee nam het getijdevolume van de Zoutkamperlaag met 30% af.

Bepaling van de snelheid van herstel en daarmee van de snelheid van zandinwinning van de platen en geulen kan worden ingeschat op grond van de ervaringen met zandwinputten. Bij zandwinputten worden onderdelen van het systeem door zandonttrekking tijdelijk uit evenwicht gebracht. Aan de hydrodynamische omstandigheden van het systeem als geheel verandert echter weinig. Grote zandwinputten in de Waddenzee zijn qua volume enigszins vergelijkbaar met de bodemdaling door (toekomstige) gaswinning, maar ze zijn dieper en beslaan een geringer oppervlak.



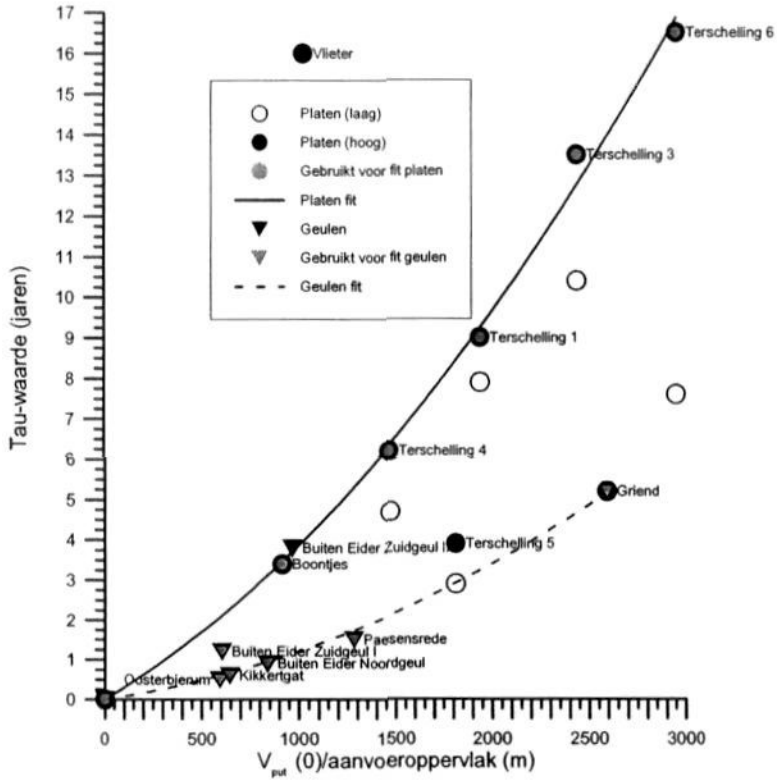
Figuur 2.5 De asymptotische, steeds langzamer verlopende opvulling van een zandwinput bij Griend. Een éénmalige verstoring van het morfologische evenwicht ten opzichte van in grote lijnen onveranderde hydrodynamische omstandigheden. Deze verstoring wordt ongedaan gemaakt door extra zandinvang in de kuil. Merk op dat de kuil niet weer naar nul lijkt te gaan: latere analyses hebben uitgewezen dat de geulen bij Griend in die periode naar een nieuw evenwicht verschoven.

Over de periode 1961-1980 is in totaal $56*10^6$ m³ zand gewonnen, waarvan $50*10^6$ m³ in de westelijke Waddenzee en de rest in de oostelijke Waddenzee (Rijkswaterstaat, 1981). De opvulling van de vaak zeer grote zandwinputten (tot ca. $1*10^6$) blijkt over het algemeen asymptotisch te verlopen (fig. 2.5; Rijkswaterstaat, 1978; Rakhorst & Van der Goes, 1978; Eysink, 1979, 1993a) volgens:

$$V_{put}(t) = V_{put}(0)e^{(-t/\tau)}$$

Waarbij
t = tijd na begin opvulling zandwinput
$V_{put}(t)$ = volume zandwinput op tijdstip t
$V_{put}(0)$ = (maximaal) volume zandwinput op tijdstip t = 0
τ= karakteristieke responstijd voor het opvullen zandwinput.

Als nu t, $V_{put}(t)$ en $V_{put}(0)$ bekend zijn, kan τ worden berekend. Na τ jaren zal de put voor 63,2% gevuld zijn zo dat dan nog slechts 36,8% van het oorspronkelijke volume van de zandwinput over is.



Figuur 2.6 De (V_{put} (0)) gedeeld door het aanvoeroppervlak (de dwarsdoorsnede gegeven door: 2 de straal van het bovenoppervlak van de, als cirkel benaderde, kuil * (de waterdiepte onder LW + de halve waterdiepte tussen LW+HW)) afgezet tegen de τ-waarde voor diverse zandwingaten in platen (cirkels) en geulen (driehoeken). Duidelijk is dat de geulen in het algemeen een veel lagere τ-waarde hebben dan de platen (de Vlieter is buiten beschouwing gelaten; het gaat hier slechts om waarnemingen aan een vierkante km van een gebied dat, gezien de breedte van de geul, in werkelijkheid een circa 3 keer zo hoge τ-waarde behoort te hebben als hier staat aangegeven). Voor de fit van de geulen is ook Griend gebruikt omdat dit recht voor een zeegat ligt.*

De karakteristieke responstijd τ (welke feitelijk de 'hersteltijd' is) neemt toe met een toename van het volume ($V_{put}(0)$) van de put en met een afname van de doorsnede van het oppervlak waardoorheen het water (en het sediment!) worden aangevoerd vanuit het omringende gebied. In fig. 2.6 zijn τ-waarden van diverse zandwingaten uitgezet tegen ($V_{put}(0)$) gedeeld door het aanvoeroppervlak. Het blijkt dat zandwingaten in platen over het algemeen langzamer opvullen dan in geulen. Nadere beschouwing brengt aan het licht dat dit samenhangt met de bezinksnelheid van het sediment waarmee het zandwingat wordt opgevuld en de transportcapaciteit van het water (Gerritsen, 1997). Deze transportcapaciteit is op de platen geringer dan in de geulen. Eén en ander valt te herleiden tot de beschikbare energie door golven en stromingen uitgeoefend op het sedimentoppervlak. Eenvoudige modelberekeningen geven aan dat transport op de hogere platen vooral moeten komen van golven en golfgedreven stroming. Deze zijn bij beschutte platen zoals achter Terschelling uiterst gering waardoor de karakteristieke responstijd τ en daarmee de opvulduur toenemen. Op grond van deze waarnemingen valt te verwachten dat kuilen met een groot volume in het algemeen langzamer zullen herstellen dan kuilen met een kleiner volume bij hetzelfde omringende aanvoeroppervlak (zelfde diameter) en dat kuilen in beschutte platen langzamer herstellen dan kuilen in geulen met een even grote (Vput(0)) gedeeld door het aanvoeroppervlak.

De stroomsnelheden op de meeste platen zijn laag (maxima van 0,2-0,4 m/s), behalve vlak bij de geul op het moment dat deze buiten zijn oevers treedt. De stroomsnelheden zijn niet hoog genoeg om substantiële hoeveelheden bodemlastpopulatie (= zand dat rollend over de bodem beweegt) aan te voeren, behalve op de oeverwallen. Op de platen bestaat het zand daarom voornamelijk uit fijn zand dat voornamelijk zwevend wordt getransporteerd (korrelgrootte ca. 0,13 mm doorsnee)[11]. *Op de platen spelen vooral golfwerking en golfgedreven stroming een* grote rol in het transport (De Boer, 1979; Ehlers, 1988; Eysink, 1994). Voor de karakteristieke responstijd τ (in jaren) voor verstoringen op platen is op grond van de baggergaten de volgende relatie gevonden met de verstoring:

$\tau = P*(V(0)/(A(0)^{0,5}*h)) + Q*(V(0)/(A(0)^{0,5}*h))^2$
waarbij:

A(0) = oppervlak (m^2) van de verstoring op tijdstip t = 0
h = gemiddelde waterdiepte (m) van het omringende gebied waarlangs de stroming trekt (gecorrigeerd met een factor 0,5 voor intergetijdegedeelte)
P = $2,94 * 10^{-3}$ jaar/m
Q = $9,36 * 10^{-7}$ jaar/m^2

Voor de karakteristieke responstijd τ (in jaren) voor verstoringen in geulen is op grond van de baggergaten de volgende relatie gevonden met de verstoring:
$\tau = R*(V(0)/(A(0)^{0,5}*h)) + S*(V(0)/(A(0)^{0,5}*h))^2$

R = $0,73 * 10^{-3}$ jaar/m
S = $4,85 * 10^{-7}$ jaar/m^2

De geulen reageren volgens deze benadering enkele malen sneller dan de platen op een verandering. De geuldoorsnede hangt af van het getijdevolume. Dat is op zijn beurt afhankelijk van de plaathoogte. Dat betekent dat de platen de langzame en voor de morfologische ontwikkeling bepalende schakel zijn voor het hele kombergingsgebied. Op grond van de formules voor de platen kan dus worden gekeken wat een systeem aan kan v.w.b. de sedimentbehoefte. Er is vanuit gegaan dat na één jaar nog slechts een resterende hoogteverstoring gemiddeld over de platen van het kombergingsgebied van 5% van de gemiddelde korrelgrootte van het zand (0,13 mm) wordt toegestaan. Het blijkt dan dat het Pinkegat in staat is om 7 mm/jaar aan relatieve zeespiegelstijging op te vangen en de Zoutkamperlaag 5 mm/jaar.

Is deze strenge benadering toch nog niet wat te optimistisch, omdat baggergaten snel kunnen reageren doordat zij zand uit hun directe omgeving onttrekken, terwijl dit voor grote gaten niet mogelijk is? Het zand moet dan immers van buiten komen. De netto sedimentatie op de platen is zo gering ten opzichte van de meetfout in de dieptemetingen, dat ze moeilijk meetbaar is. Hoogstwaarschijnlijk gaat de sedimentatie op de platen gemiddeld iets sneller dan de huidige zeespiegelstijging (1,8 mm/jaar). Dit kan ook worden afgeleid uit de observatie dat er langs de vasteland-kant van het wad kweldervorming plaats vond in de afgelopen 200 jaar, terwijl het areaal Waddenplaten niet merkbaar kleiner werd (afgezien van de afname als gevolg van kweldervorming), ondanks de zeespiegelstijging van enkele decimeters. Op grond van gegevens over de Holocene kustontwikkeling geven Beets en van der Spek (1996) een bovengrens van de sedimentatiesnelheid voor zeer grote kombergingsgebieden (zoals het Vlie) van 3-4 mm/jaar. Dit komt redelijk overeen met het waargenomen veelvuldig optreden van maxima van 3-6 mm/jaar (op termijn van 6 jaar en langer) in sedimentatiesnelheden op de intergetijdeplaten in kombergingsgebieden in de afgelopen 60 jaar (Beets en van der Spek, 1996). Voor

[11] Zand met een korrelgrootte van minder dan 0,160 mm heeft als karakteristiek dat het vrijwel onmiddelijk gaat zweven op het moment dat de korrel in beweging wordt gezet.

de Balgzand (qua zeegatnabije ligging en oppervlakte vergelijkbaar met Zoutkamperlaag/Pinkegat en sterk verstoort na afsluiting Zuiderzee) is op basis van de sedimentaire reactie op met name de Gemiddeld Hoogwater-stijging geconcludeerd, dat het sedimentaanbod daar voldoende is om een gemiddelde zeespiegelstijging van 5-6 mm/jaar bij te houden over een langere periode van meerdere decennia's (Grolle, 2001).

De berekende waarden voor Pinkegat en Zoutkamperlaag zijn relatief hoog ten opzichte van de genoemde bandbreedtes van 3-6 mm/j (hele Waddensysteem), respectievelijk 3-4 mm/j (grote zeegatsystemen aan de Hollandse kust). Dit houdt verband met de dimensies van Pinkegat (ca. 53 km^2) en Zoutkamperlaag (130 km^2) in vergelijking met de dimensies van Vlie (630 km^2) en Marsdiep (> 590 km^2). Eerstgenoemde zijn beide relatief kleine kombergingsgebieden, die –zoals boven al aangegeven- daardoor relatief snel kunnen reageren op veranderingen.

Dit alles in beschouwing nemend kan gesteld worden dat een sedimentinvangend vermogen op langere termijn tenminste 5 mm/jaar voor de Zoutkamperlaag en 6 mm/jaar voor het Pinkegat bedraagt.

Samenvatting

De conclusie is (Tabel 2.5) dat over langere perioden van meer dan 19 jaar het sedimentinvangend vermogen van de wadplaten uiteindelijk bepalend is voor het meegroeivermogen: dit bepaalt dus ook het sedimentvangend vermogen op langere termijn (afsluitingen e.d. buiten beschouwing latend waarbij vooral geulen moeten aanpassen). De maximale sedimentvraag die jaarlijks gedurende meerdere decennia met grote mate van zekerheid nog gecompenseerd kan worden gedurende langere perioden bedraagt: 5 mm/jaar voor de Zoutkamperlaag en 6 mm/jaar voor het Pinkegat[12].

Tabel 2.5 Overzicht van het meegroeivermogen.

	Tenminste mogelijke lange termijn maximale sedimentatiesnelheid = meegroeivermogen	
Factor	Pinkegat	Zoutkamperlaag
Zandleverend vermogen Noordzeekust	11 mm/jaar	6 mm/jaar
Transportcapaciteit zeegat	niet beperkend	niet beperkend
Sedimentvangend vermogen wadplaten	6 mm/jaar (5-7)	5 mm/jaar (5-6)
Samenvatting voor wadplaten (en daarmee op lange termijn voor het gehele Waddensysteem)	6 mm/jaar	5 mm/jaar

Het meegroeivermogen kan niet helemaal benut worden als gebruiksruimte voor menselijke activiteiten, omdat bodemdaling door natuurlijke oorzaken en zeespiegelstijging ook bijdragen aan de rZSS. Bodemdaling dient – analoog aan het meegroeivermogen - uitgedrukt te worden komvolume per kombergingsgebied. Derhalve is de gebruiksruimte voor menselijke belasting (bestaande plus nieuwe velden) van het systeem voor het Pinkegat 6-x mm/jaar en voor de Zoutkamperlaag

[12] Dus genoeg om een relatieve zeespiegelstijging van 50, respectievelijk 60 cm/eeuw op te vangen: er lijken uit het bovenstaande ook aanwijzingen te destilleren die reden geven om een nog hogere zeespiegelstijging te kunnen opvangen, maar het gaat dan vaak om verstoringen waarbij de buitendelta wordt opgeruimd (eindig in de tijd) of wantij verschuivingen of afbraak van supragetijde platen (geen netto aanvoer vanaf de kust en dus geen netto effect).

5-x mm/jaar, waarin x de autonome component van de rZSS voorstelt. Hoofdstuk 3 gaat in op het vaststellen van x.

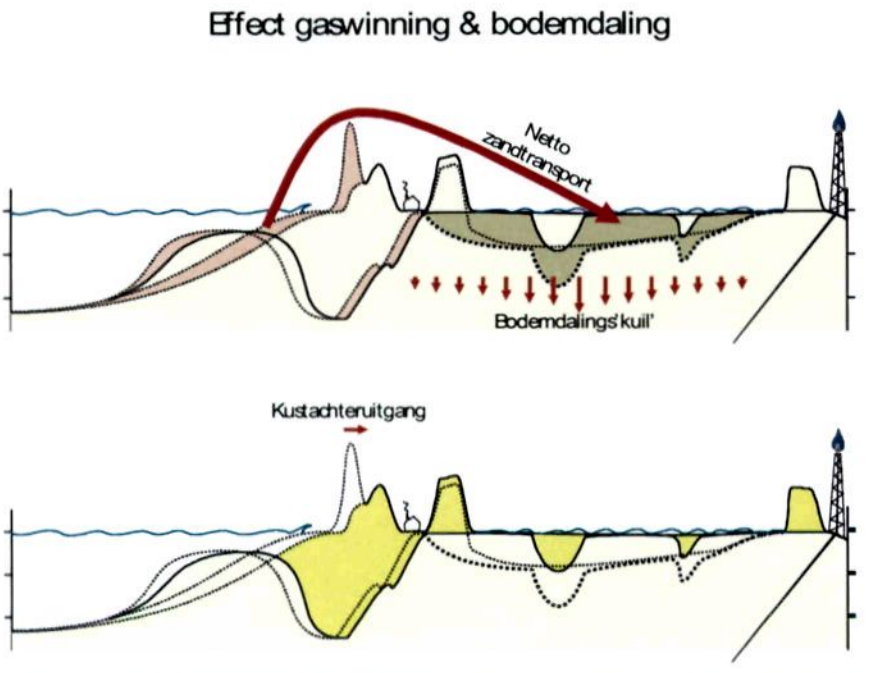
2.5 Suppleties

Bij het vigerende kustbeleid (3e kustnota, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2000) wordt:

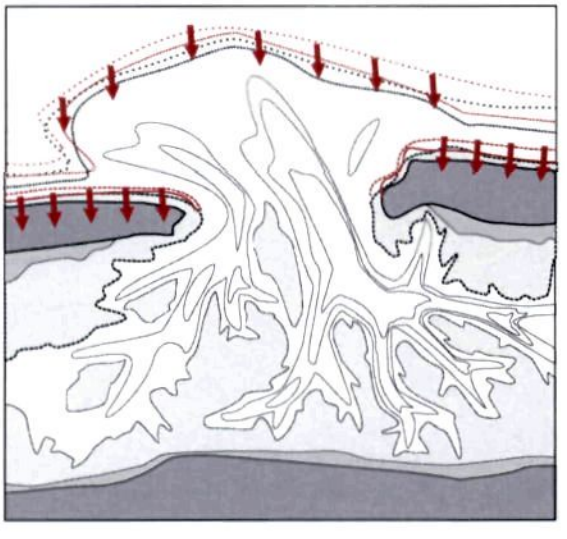
1. de achteruitgang van de kustlijn tegengegaan; en
2. het zandverlies van het kustfundament (kust en buitendelta's) gecompenseerd.

Daarnaast wordt er door het Rijk zorg voor gedragen dat de VHR-gebieden, zoals de duingebieden van Schiermonnikoog en Ameland, niet worden aangetast. Dit alles wordt in de Noordzeekustzone van het Waddengebied sinds 1993 vooral bereikt door middel van zandsuppleties, waar inmiddels ruime ervaring mee is opgedaan. Vooralsnog worden zandsuppleties onder water of op het strand uitgevoerd langs die delen van de Waddeneilanden waarvoor de zogenaamde basiskustlijn is gedefinieerd, vastgesteld en volgens afspraak wordt gehandhaafd. Dit zand wordt echter van deze plaatsen kustparallel en via de zeegaten naar het achterliggende Waddengebied vervoerd.

Omdat de Waddenzee en de aangrenzende Noordzeekustzone een zanddelend systeem vormen, zal extra zandhonger t.g.v. gaswinning de zandonttrekking aan de Noordzeekustzijde versterken (Figuur 2.7 & 2.8). Dit zandverlies zal weer aangevuld moeten worden om op termijn het duurzame voortbestaan van de Nederlandse kust en Wadden (inclusief de daarin gelegen VHR gebieden) te garanderen. Als de geringe bijdrage van slibsedimentatie verwaarloosd wordt, komt het erop neer dat uiteindelijk voor elke 1 m^3 bodemdalingsvolume ook een 1 m^3 suppletiezand aangebracht moet worden. De noodzaak van aanvullende zandsuppletie is ook naar voren gebracht door de commissie Meijer (2004): "*Bij gaswinning moet wel rekening worden gehouden met extra sedimentatie op de wadplaten. Deze moet worden gevoed door zandsuppleties langs de kust voor de eilanden. De jaarlijkse suppleties moeten vrijwel gelijk zijn aan de jaarlijkse volumetoename van de bodemdalingsschotel.*", en in de Bodemdalingstudies Waddenzee (Oost e.a., 1998; Hoeksema e.a., 2004). Het Kabinet heeft derhalve geconcludeerd dat de nog bestaande onzekerheden en twijfels rond suppleties daarmee "in voldoende *mate zijn weggenomen*" (Dekker e.a., 2004).

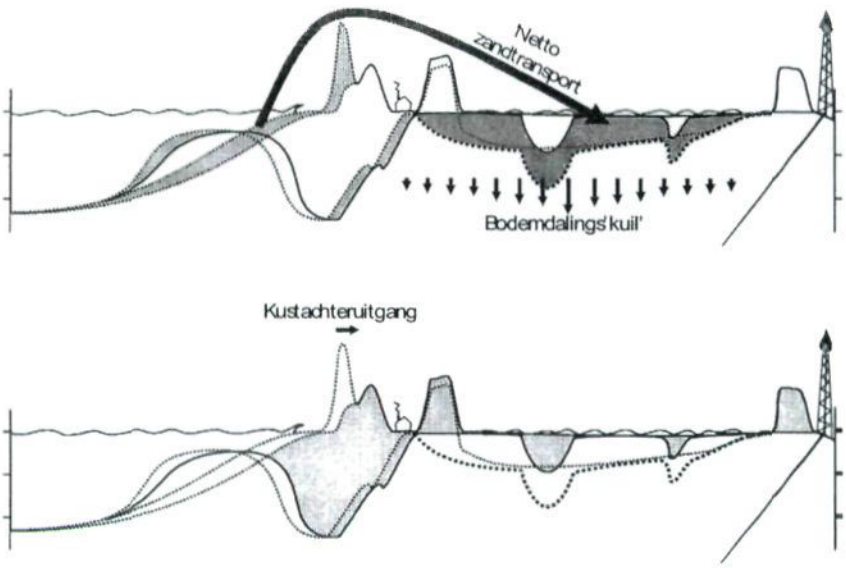


Figuur 2.7 Schematische weergave in dwarsdoorsnede van het effect van de bodemdaling als gevolg van gaswinning op de Waddenzee en de kust. In de Waddenzee ontstaat ruimte voor sedimentatie in de bodemdalingsschotel, die wordt opgevuld met sediment uit de kustzone en van de buitendelta. Deze bodemdalingsschotel is in de Waddenzee een fictief begrip, omdat door alle dynamische processen het gebied direct wordt afgevlakt.

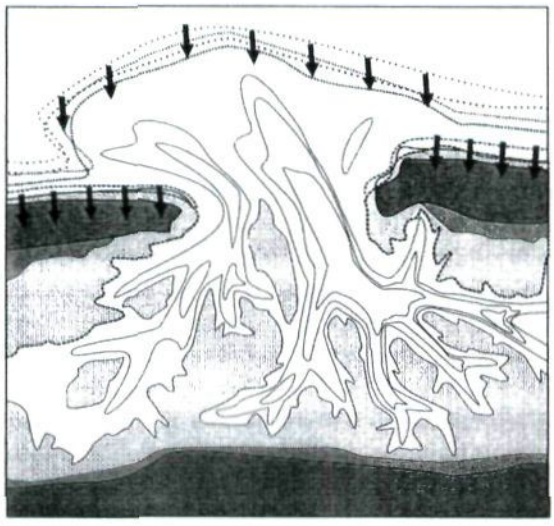


Figuur 2.8 De achteruitgang van de kust en de buitendelta als resultaat van de netto zandtransporten van de kust en de buitendelta naar de Waddenzee, onder invloed van de stijgende zeespiegel (en eventuele bodemdaling door gaswinning). Vergelijk met Figuur 1.1.

Effect gaswinning & bodemdaling



Figuur 2.7 Schematische weergave in dwarsdoorsnede van het effect van de bodemdaling als gevolg van gaswinning op de Waddenzee en de kust. In de Waddenzee ontstaat ruimte voor sedimentatie in de bodemdalingsschotel, die wordt opgevuld met sediment uit de kustzone en van de buitendelta. Deze bodemdalingsschotel is in de Waddenzee een fictief begrip, omdat door alle dynamische processen het gebied direct wordt afgevlakt.



Figuur 2.8 De achteruitgang van de kust en de buitendelta als resultaat van de netto zandtransporten van de kust en de buitendelta naar de Waddenzee, onder invloed van de stijgende zeespiegel (en eventuele bodemdaling door gaswinning). Vergelijk met Figuur 1.1.

Absolute totale bijdrage van de nieuwe velden
De zandhonger door de bestaande gaswinning (Ameland) bedraagt tot op heden ongeveer 47 miljoen m^3 (Oost e.a., 1998). Volgens NAM bedraagt de bijdrage van de nieuwe gasvelden + Anjum aan het bodemdalingsvolume in het Pinkegat + de Zoutkamperlaag in totaal 5,53 miljoen m^3 (base-case tabel 2.6, geg. NAM) in de periode van 2007-2040. Uitgesmeerd over de kustzone van Ameland-Schiermonnikoog zal de jaarlijkse extra zandbehoefte ten gevolge van de nieuwe velden gering zijn en niet goed waarneembaar in de kustdynamiek.

Na beëindiging van de winning wordt nog een langdurige, maar jaarlijks geringe, bijdrage aan de zandhonger verwacht t.g.v. aquiferdaling. Dit aquifer-effect is op grond van informatie over de doorlatendheid (permeabiliteit) van het gesteente en de dimensies van de aquifer berekend door NAM (grotendeels conform Stright e.a., 2005). Voor de periode tot 2100 wordt een volume voorspeld van 0,26, resp. 0,08 miljoen m^3 voor de Zoutkamperlaag en Pinkegat, waarvan 0,1, resp. 0,03 miljoen m^3 al in de eerste vijf jaar na einde gaswinning optreedt. Het gaat hierbij daarna dan ook om een zeer geringe dalingssnelheden van minder dan 0,1 tot 0,2 mm/jaar, die in de tijd verder afnemen. Aangezien de aan de gasvelden verbonden aquifers begrensd zijn tot breukblokken, is het uiteindelijke compactievolume ook daartoe beperkt en dus redelijk goed bekend.

Tabel 2.6 Base case - volume bodemdaling in de Waddenzee 1986-2040 (pers. Med. NAM).

	Ameland-winning	Nieuwe winningen + Anjum	Totaal alle velden
Pinkegat	9,75 miljoen m^3	1,28 miljoen m^3	11,03 miljoen m^3
Zoutkamperlaag	1,17 miljoen m^3	4,25 miljoen m^3	5,42 miljoen m^3
Totaal	10,92 miljoen m^3	5,53 miljoen m^3	16,45 miljoen m^3

Relatieve bijdrage van de nieuwe velden
Om te illustreren hoe groot de relatieve bijdrage is aan het totaal van de benodigde suppleties op Ameland (Schiermonnikoog kent geen suppleties), zijn de al uitgevoerde suppleties sinds de start van suppleren in het jaar 1980 op een rijtje gezet in tabel 2.7 (Prakken, pers. com. RWS-Noord). De kustsuppleties op Ameland-west en op de westkop van Ameland ter plaatse van het Bornrif[13] zijn hierin niet opgenomen, omdat deze niet bijdragen aan de zandbehoefte voor oost-Ameland.

De conclusie is dat ter voorkoming van de natuurlijke structurele erosie in de Noordzeekustzone van Ameland ca. 250.000 m^3/jaar nodig is. Ondanks de afbraak van het Bornrif, die een extra voedend transport naar Ameland-midden en Ameland-oost oplevert, is momenteel 500.000 m^3/jaar nodig is voor het handhaven van de Basiskustlijn (BKL), waarvan de extra 250.000 m^3/jaar worden toegeschreven aan de bodemdaling t.g.v. de al bestaande gaswinning Ameland. Gezien de verwachte bodemdaling wordt ingeschat dat ook in de komende jaren nog ca. 500.000 m^3/jaar nodig zal zijn voor het handhaven van de Basiskustlijn (onder voorwaarde dat het Bornrif ruwweg nog de helft zal blijven leveren van de voor de bodemdaling Ameland benodigde hoeveelheden).

[13]tussen raai km 2.00 en km 3.00.

Tabel 2.7 Gemiddelde suppletiehoeveelheden in opeenvolgende decaden op basis van waarnemingen.

Periode	Volume gem. (m^3/jaar)	Ontwikkeling bodemdaling Ameland	Natuurlijke autonome ontwikkelingen
1980 –1990	210.000	Start bodemdaling	Opbouw Bornrif
1990 – 2000	510.000	Bodemdaling maximaal	Maximale afbraak Bornrif
2000 – 2010	500.000	Afname bodemdaling	Afbraak Bornrif neemt af

Voor de voorziene nieuwe bodemdalingsschotels berekenen Wang en Eysink (2005) dat de opvulling van Pinkegat en Zoutkamperlaag rond het jaar 2020 maximaal 150.000+65.000 = 215.000 m^3/jaar zal bedragen. Deze hoeveelheid sediment is afkomstig uit de Noordzeekustzone en zal moeten worden aangevuld middels suppleties. Op basis van deze gegevens en de verwachting voor zandhonger ten gevolge van het Ameland-veld (270.000 kubieke meter rond 2000) is door RWS-Noord (Ir. Prakken) de volgende verwachting opgesteld voor de kustsuppleties (tabel 2.8). De benadering van Wang is één met een lange reactietijd. Het is –ook al gezien de bevindingen bij Ameland- volgens andere modellen goed mogelijk dat de bevrediging van de zandhonger en daarmee de kustafslag al in enkele jaren na de opgetreden daling optreedt. In dat geval zou voor ca. 2016 al een zandhonger optreden van ca. 2,7 miljoen kuub. Om dit te op te vangen is ca. 300.000 m^3/jaar aan extra suppletiezand nodig tot ca. 2016, waarna de hoeveelheid te suppleren zand zal afnemen. Gemiddeld over de gehele periode (2007-2040) is sprake van een zandbehoefte van ca. 180.000 m^3/jaar.

De extra suppleties benodigd om de zandonttrekking door de zandhonger als gevolg van de voorgenomen activiteit op te vangen zullen dus maximaal leiden tot ruwweg een verdubbeling van de suppleties die nodig zijn voor de structurele erosie. Mocht de zandonttrekking aan de Noordzeezijde optreden in het eerste deel van de winningsperiode dan mag verwacht worden dat de dan bestaande zandsuppleties toe zullen nemen met ca. 55%. Technisch is dit geen enkel probleem: deze suppleties kunnen worden opgenomen in de bestaande suppletieuitvoeringen. Op de enorme sedimentdynamiek in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag zullen deze suppleties niet op te merken zijn, behalve ter plekke van de suppleties zelf.

Tabel 2.8 Verwachte gemiddelde suppletiehoeveelheden tijdens de maximale vraag in opeenvolgende perioden uitgaande van gelijkblijvende zeespiegelstijgingsnelheid (Prakken, pers. Com.).

Periode	Volume gem. (m^3/jaar)	Opmerking
2000 – 2010	520.000	Structurele erosie kustzone: 250.000 m^3/jaar Bodemdaling Ameland-oost: 270.000 m^3/jaar
2010 – 2015	540.000	Structurele erosie kustzone: 250.000 m^3/jaar Bodemdaling Ameland-oost + voorziene velden: 290.000 m^3/jaar
2015 – 2020	465.000	Structurele erosie kustzone: 250.000 m^3/jaar Bodemdaling voorziene velden: 215.000 m^3/jaar

Vaststellen vereiste zandvolumes
Jaarlijks vaststellen van de kustachteruitgang en zandverliezen van het kustfundament door metingen is niet mogelijk vanwege de grote, natuurlijke dynamiek van het systeem (zie bijv. Cleveringa e.a., 2004). Daarmee blijven twee strategieën over voor het vaststellen van de vereiste zandvolumes:

- op basis van voorcalculatie: De volumeontwikkeling van de bodemdaling wordt op voorhand vastgesteld aan de hand van modelsimulaties, waarbij de prognoses gedurende de winning steeds worden bijgesteld op grond van waarnemingen uit het meetplan. Deze strategie zou kunnen worden gekozen voor de eerste periode waarin de daling door voorgenomen gaswinning van de nieuwe velden optreedt.
- op basis van nacalculatie: Op basis van metingen van de bodemdalingschotel en de lange termijn ontwikkeling van het zandvolume van Waddenzee, buitendelta en kust kan worden vastgesteld hoeveel zand nog moet worden aangevuld, in aanvulling op het volume dat wordt gesuppleerd vanwege het regulier kustbeheer. Deze strategie zou kunnen worden gekozen voor de periode na winning, waarin de daling ten gevolge de drukontlasting van de aquifers optreedt, hoewel de volumina op grond van modelberekeningen als uiterst klein ingeschat worden.

De randvoorwaarden dienen er borg voor ten staan dat de natuurlijke kenmerken van de betrokken gebieden, zoals bedoeld met de aanwijzing volgens de VHR-Richtlijnen, in stand blijven. Vanuit die optiek is het te verkiezen om de zandvolumes van te voren aan te brengen en zo kustafslag voor te blijven. De hoeveelheden kunnen op grond van prognoses in combinatie met metingen van de bodemdaling worden bijgesteld. De mogelijk optredende locale effecten van suppleties zijn beperkt tot vogelsoorten (bijvoorbeeld drieteen strandloper en zwarte zee-eend), die afhankelijk zijn van de daar aanwezige voedsel (bijvoorbeeld Gemshorenworm, Ensis en Spisula). Tot nog toe blijkt dat de invloed van suppleties, ook op de korrelgrootte en slibconcentraties van het achterliggende Waddengebied, verwaarloosbaar is (Hoeksema e.a., 2004; PB PKB, aangepaste deel 3, 2005). Wel wordt in een eerste verkenning van de invertebrate infauna van stranden aanbevolen om deze kennis over de ecologie van de zandige kust verder uit te breiden en in te zetten ter optimalisatie van het suppletieprogramma (Janssen & Mulder, 2004). Ook wordt er in de PB PKB (2005) gewaarschuwd dat extra suppleties mogelijk wel kunnen leiden tot effecten. Als, ten gevolge van extra zandsuppleties, nodig om aan de extra zandvraag binnen de kombergingsgebieden te voldoen, bijvoorbeeld schelpenbanken worden bedolven, dan kan dat van invloed zijn op aantallen mogelijk ter plekke foeragerende zwarte zee-eenden en eidereenden. Dit mogelijke effect moet worden voorkomen door vooraf een inventarisatie uit te voeren van de schelpdiervoorkomens. De locatie waar de zandsuppletie wordt uitgevoerd kan in dat geval worden aangepast waardoor sterfte van Ensis en Spisula kan worden voorkomen.

Zo kunnen deze extra zandsuppleties worden uitgevoerd als deel van de reguliere zandsuppleties, zonder dat er ten gevolge van deze extra suppleties negatieve effecten zullen optreden aan de natuurlijke kenmerken van het gebied.

Resumerend: Het huidige kustbeleid (Wet op de Waterkering, art. 10: 1-2; 3e Kustnota) is gericht op het in stand houden van de veiligheid, de zandvoorraad in de Noordzeekustzone en, indirect, op het handhaven van natuurwaarden. Dit wordt langs de Waddeneilanden vooral bereikt door de zandverliezen in het kustfundament aan te vullen met suppleties en zo de kust op haar plaats te houden.

Bodemdaling in het Waddengebied leidt op termijn tot extra zandonttrekking uit de Noordzeekustzone (het kustfundament): elke kubieke meter bodemdaling in het Waddengebied leidt uiteindelijk tot een extra kubieke meter zandonttrekking[14]. Een randvoorwaarde ter voorkoming van aantasting van de natuurwaarden van VHR-gebieden voor de winning is dan ook dat het zandverlies van tevoren wordt aangevuld middels suppleties, bij voorkeur in te passen in bestaande suppletieprogramma's en bij te sturen op basis van de daadwerkelijk opgetreden bodemdaling.

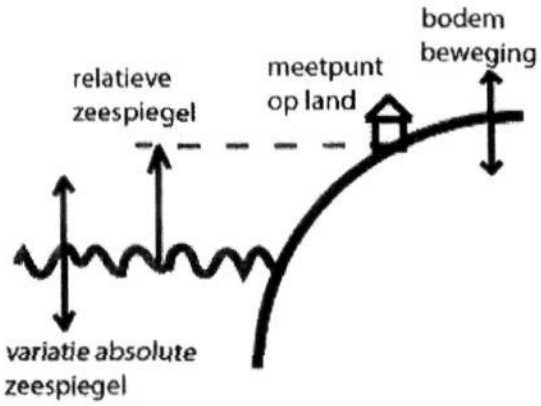
[14] Met verwaarlozing van het (geringe) slibgehalte van de Waddenzeebodem.

3. ONDERBOUWING KEUZE ZEESPIEGELSTIJGING-SCENARIO

3.1. Inleiding

Op termijn van decennia en langer moet naast autonome bodemdaling en de huidige zeespiegelstijging ook rekening gehouden worden met een acceleratie van de rZSS door klimaatsverandering, waardoor de veilige gebruiksruimte krimpt. Heel precies sturen op gemeten zeespiegelstijging blijkt in de praktijk niet mogelijk omdat grote decadale schommelingen optreden in de zeespiegelstijging, zoals blijkt uit metingen van getijdestations langs de Waddenzee. De zeespiegelstijging kan alleen over lange perioden worden vastgesteld. Daardoor zijn ook alle verwachtingen over de zeespiegelstijging, zelfs in de nabije toekomst, onzeker. Voor zeewering en hoogwaterbescherming moeten aannames gedaan worden over de hoogste waterstanden waarmee over één tot enkele tientallen jaren rekening gehouden moet worden. In afwijking daarvan is het voor de beoordeling van de invloed van de voorgenomen gaswinning op de Waddenzee nodig te weten hoe de gemiddelde zeestanden zich in de komende jaren zullen ontwikkelen.

Het is dus zaak hiervoor een realistisch zeespiegelstijgingsscenario te ontwikkelen, waaraan randvoorwaarden kunnen worden ontleend die voldoen aan het voorzorgprincipe van de habitatrichtlijn. Hieronder volgt een kort overzicht van de overwegingen die ten grondslag liggen aan de uiteindelijk gemaakte keuze voor het scenario. Na een korte uitleg over zeespiegelstijging zal daarbij achtereenvolgens ingegaan worden op: a) de grootte van de gekozen versnelling; b) het gekozen snelheidsverloop en c) het gekozen startpunt van de versnelling.



Figuur 3.1 Relatieve versus absolute zeespiegelstijging (Bron: KNMI-site, 2005).

3.2. Wat is zeespiegelstijging en waarom is dat zo moeilijk voorspelbaar?

De relatieve zeespiegelstijging op een bepaalde plek op aarde is de som van de toename van de hoogte van het zeeniveau (absolute zeespiegelstijging) en de lokale *bodembeweging (Fig. 3.1). Absolute zeespiegelstijging kan worden veroorzaakt door* veranderingen in:

- de totale hoeveelheid water in de oceanen (eustatische zeespiegelstijging);
- in de dichtheid (en daarmee in het volume) van het aanwezige oceaanwater (sterische zeespiegelstijging), en
- Vormveranderingen van het oceaanbed zelf.

De invloed van deze beide processen op het volume is zeer verschillend. De verwachting over de zeespiegelstijging is daardoor gevoelig voor verschillende

opvattingen over de toekomstige zeewatertemperatuur, de toevloed van water door de afsmelting van gletschers, en de ontwikkeling van de ijsbedekking op Groenland en Antarctica. In de 21e eeuw zal naar de huidige verwachting de relatieve bijdrage van deze processen aan de totale zeespiegelstijging als volgt zijn (KNMI-site, 2005):

- 75% door thermische uitzetting
- 35% door gletsjerafsmelting
- 10% door smeltend ijs op Groenland
- een afname van 20% als gevolg van toegenomen sneeuw- en ijsaccumulatie op Antarctica.

De verwachting is dat door deze processen de zeespiegelstijging versneld zal toenemen.

3.3. Hoe is de aangenomen versnelling bepaald?

Inleiding

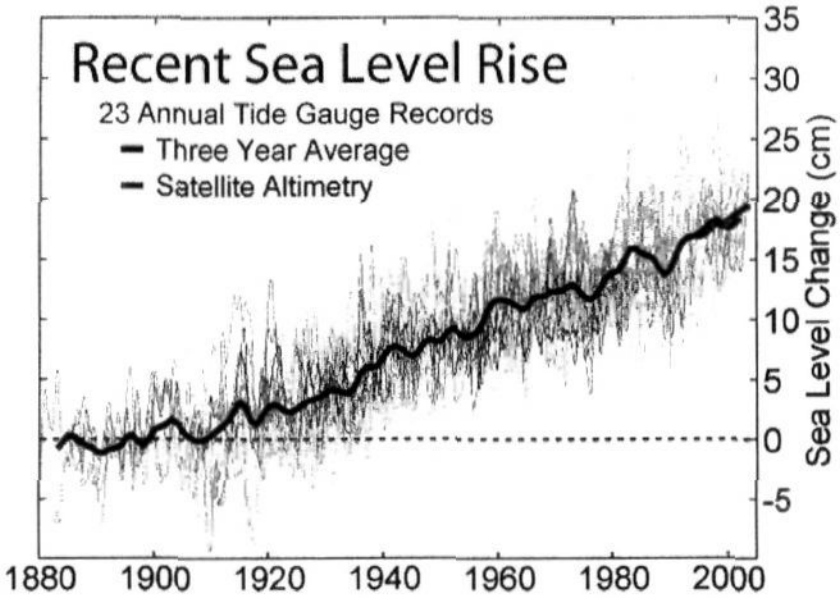
Hieronder worden de overwegingen gegeven voor de gekozen waarde van de versnelling. Daarbij zal eerst gekeken worden naar de wereldwijde ontwikkeling van de zeespiegelstijging en vervolgens ingegaan worden op de ontwikkeling in Nederland.

Wereldwijde ontwikkeling zeespiegelstijging

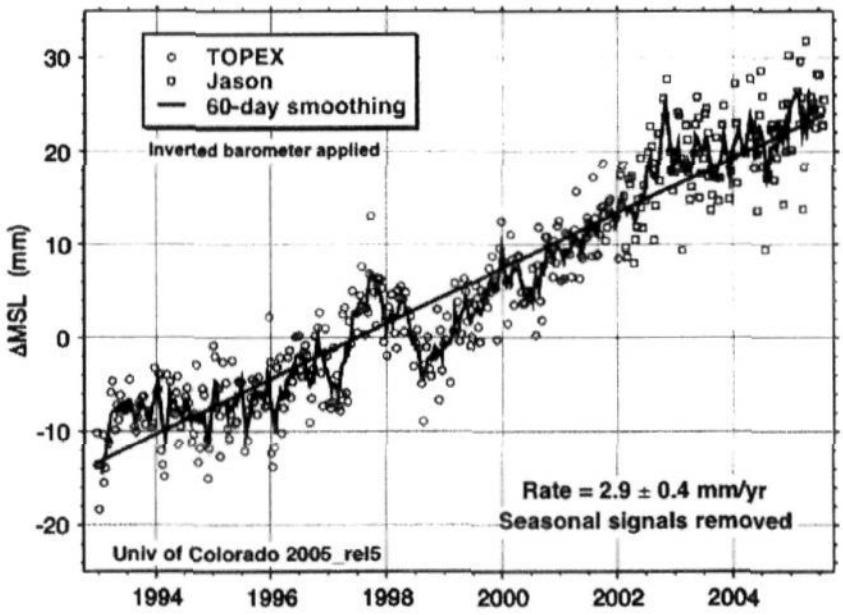
Uit de metingen op 23 getijdehoogtemeetstations in kustplaatsen wereldwijd valt af te leiden dat de zeespiegelstijging ca. 18 cm/eeuw zou hebben bedragen over de afgelopen eeuw (fig. 3.2), zonder statistisch significante versnelling. Het blijkt bovendien, dat er over de periode 1950-2000 geen significante verschillen zijn in de snelheid van de gemiddelde stijging langs de kust en in de oceanen: de beste schatting voor beide stijgsnelheden bedraagt 1,8 ± 0,3 mm/jaar (Church e.a., 2004; White e.a., 2005). In een recente studie wordt, in afwijking van het bovenstaande, wel een zwakke versnelling gevonden van de mondiale zeespiegelstijgsnelheid sinds 1870, namelijk een versnelling van 0,012 ± 0,006 mm/jaar^2 (Church & White, submitted).

Ten opzichte van de stijgende trend op lange termijn, vertoont de gemiddelde mondiale zeespiegel op korte termijn grote schommelingen: uit 23 gecombineerde reeksen van getijdestationwaarnemingen blijkt, dat er sterke meerjaarlijkse (tot ca. 10 jaar) schommelingen optreden in de 3-jarige gemiddelden, waarbij de meerjaarlijkse snelheden varieren tussen ca. –30 cm/eeuw tot + 40 cm/eeuw (fig. 3.2). Eenzelfde beeld komt ook naar voren uit modelstudies, waarbij de mondiaal gemiddelde stijgsnelheden varieerden tussen ca. 0 en 4 mm/jaar (White e.a., 2005).

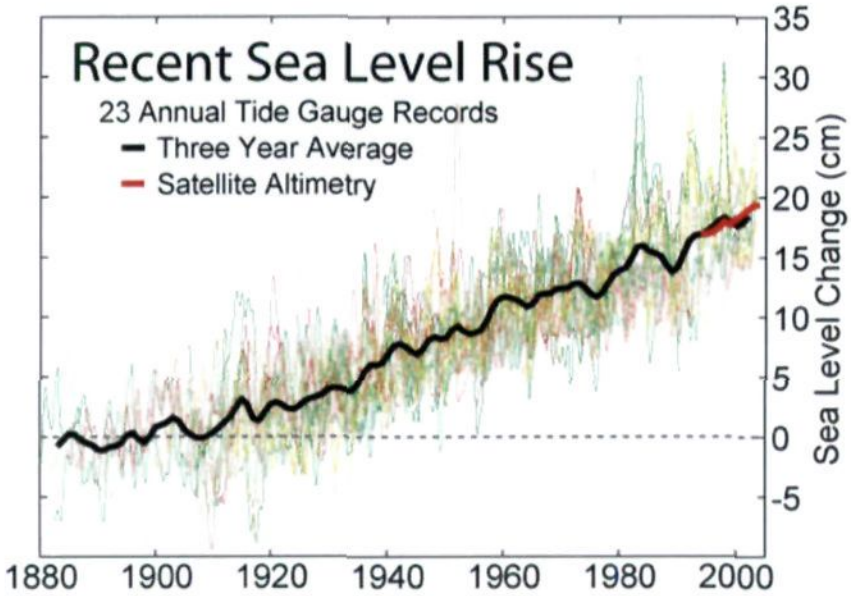
Vanaf 1993 worden wereldwijd dekkende satellietwaarnemingen verzameld met de TOPEX- en de Jason-satelliet (fig. 3.3). Deze stelt elke 10 dagen een wereldwijde zeespiegelhoogte vast met een onzekerheid van 3-4 mm. Over de periode januari 1993-december 2001 (9 jaren) bedroeg de op deze wijze bepaalde, gemiddelde mondiale zeespiegelstijgsnelheid 2,6 ± 0,7 mm/jaar. Voor deze periode was geen aanleiding om te concluderen dat de zeespiegelstijgsnelheid significant is toegenomen (White e.a., 2005). Als de TOPEX/Jason metingen worden geplot in de getijdestationreeks (rode lijntje in fig. 3.2) zijn de waarnemingen statistisch gezien niet verschillend.



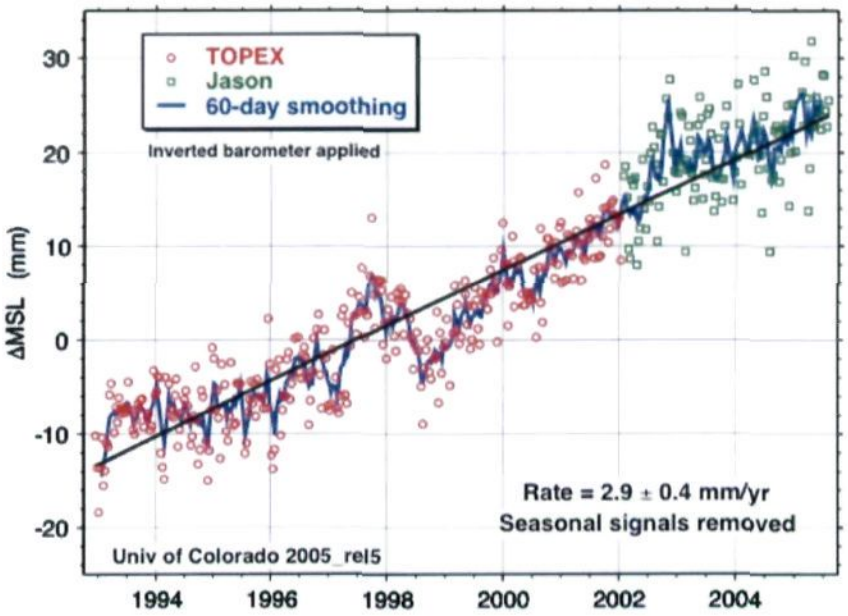
Figuur 3.2 Overzicht van de zeespiegelstijging in 23 getijdestations. De meerjaarlijkse fluctuatie over alle stations gemiddeld (donkere lijn) laat zien dat sterke schommelingen in snelheid mogelijk zijn. De rode lijn geeft satellietaltimetrie-waarnemingen. (Bron: http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Recent_Sea_Level_Rise.png).



Figuur 3.3 Overzicht van de gemiddelde zeespiegelstijging gebaseerd op wereldwijd dekkende satellietwaarnemingen http://sealevel.colorado.edu/index.html, 2005).



Figuur 3.2 Overzicht van de zeespiegelstijging in 23 getijdestations. De meerjaarlijkse fluctuatie over alle stations gemiddeld (donkere lijn) laat zien dat sterke schommelingen in snelheid mogelijk zijn. De rode lijn geeft satellietaltimetrie-waarnemingen. (Bron: http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Recent_Sea_Level_Rise.png).



Figuur 3.3 Overzicht van de gemiddelde zeespiegelstijging gebaseerd op wereldwijd dekkende satellietwaarnemingen http://sealevel.colorado.edu/index.html, 2005).

Over de periode 1993-2005 blijkt de gemiddelde mondiale zeespiegelstijgsnelheid uit te komen op 2,9 ± 0,4 mm/jaar. Op het eerste gezicht lijkt dit te wijzen op versnelling van de wereldwijde lange termijn zeespiegelstijgsnelheid (thans 1,8 ± 0,3 mm/jaar). Echter, momenteel kan niet worden uitgemaakt of de zeespiegelstijging van 1993-2004 een willekeurige hobbel is, of al een opmaat tot een langdurige versnelling van de zeespiegelstijging. Dit gezien de sterke schommelingen in de mondiale gereconstrueerde zeespiegelstijgingssnelheden (tussen ca. 0 en 4 mm/jaar). Daarnaast kan ook het bestaan van een apparaatfout (bijvoorbeeld afremming van de satelliet, waardoor deze langzaam naar de aarde beweegt met een schijnbare zeespiegelstijging tot gevolg) op dit moment niet uitgesloten worden, hoewel satellietwaarnemingen en studies lijken te wijzen op een opwarming van de oceanen (TOPEX & Jason-waarnemingen; Levitius e.a., 2005).

Er kunnen verschillen bestaan tussen de gemiddelde snelheden waarmee de zeespiegel stijgt langs de kusten met de gemiddelde open oceaan stijgsnelheden gedurende ca. 1 decennium. Ook kunnen er nog aanzienlijke lokale verschillen optreden: de stijging in de periode 1993-2001 is gemiddeld sterker aan de kusten dan in de open oceaan, maar de zeespiegelstijging in Noordwest-Europa blijft achter t.o.v. de open oceaan. Er moet vooralsnog vanuit worden gegaan dat op langere termijn de eerder getrokken conclusie geldt, namelijk dat de zeespiegelstijging uiteindelijk op de oceaan en langs de kusten hetzelfde verloop heeft (Church e.a., 2004).

Waarmee wordt wereldwijd rekening gehouden voor de komende eeuw?
Momenteel wordt wereldwijd veel waarde gehecht aan de IPCC-scenarios (Watson e.a., 2001). Benadrukt wordt dat deze scenario's zelf weer gebaseerd zijn op scenarios voor broeikasgasuitstoot en dat de suite van de diverse ZSS-scenarios dus geen onzekerheidsmarge weergeven[15] (fig. 3.4). In de scenario's is bij hogere zeespiegelstijgingswaarden dan in de afgelopen eeuw sprake van een eenparige versnelling van zeespiegelstijgsnelheid. De maximale zeespiegelstijging zou ca. 88 cm zijn over de periode 1990-2100. Op grond hiervan moet ook bij de beoordeling van de voorgenomen gaswinning rekening gehouden worden met een versnelde zeespiegelstijging, ook al is die versnelling nog niet aangetoond. In de afgelopen jaren is extra kennis verzameld in het kader van IPCC-gerelateerd onderzoek aan het systeem Aarde. Deze nieuwe resultaten zullen in de nabije toekomst mogelijk aanleiding geven tot een bijstelling van de zeespiegelstijgingsverwachtingen. Het volgende (vierde) IPCC rapport komt in 2007 uit.

Nederlandse ontwikkeling zeespiegelstijging
Sinds de 19e eeuw wordt de Nederlandse zeespiegelhoogte voortdurend gemeten op een groot aantal getijdemeetstations (fig. 3.5). Deze metingen laten zelfs voor het gemiddelde van Nederland grote fluctuaties zien, die nog eens duidelijk maken dat over een periode van een decade behoorlijke versnellingen en vertragingen kunnen worden gemeten. Over langere perioden blijkt de zeespiegelstijging echter ca. 18 cm/eeuw te bedragen in de Nederlandse Waddenzee. Dit lijkt goed aan te sluiten bij het absolute mondiale gemiddelde[16]. Opvallend is dat een versnelling 0,018 mm/jaar*jaar, zoals berekend voor de mondiale zeespiegelstijging door Church & White (hun 1 sigma bovengrens; submitted; zie boven in paragraaf 3.3) ook goed lijkt te passen op het lange termijn signaal voor bijvoorbeeld Den Helder. Aannemende dat bovenstaande waarnemingen correct zijn, suggereert dit dat daling van de diepere ondergrond door autonome processen een relatief onbelangrijk proces is en dat de rZSS ≈ ZSS.

---

[15] Individuele scenarios hebben dat wel zoals blijkt uit de balken rechts van het figuur.
[16] Na een correctie van 5 cm in de verticaal: dit kan te maken hebben met een niet geregistreerde aanpassing van het meetpeil.

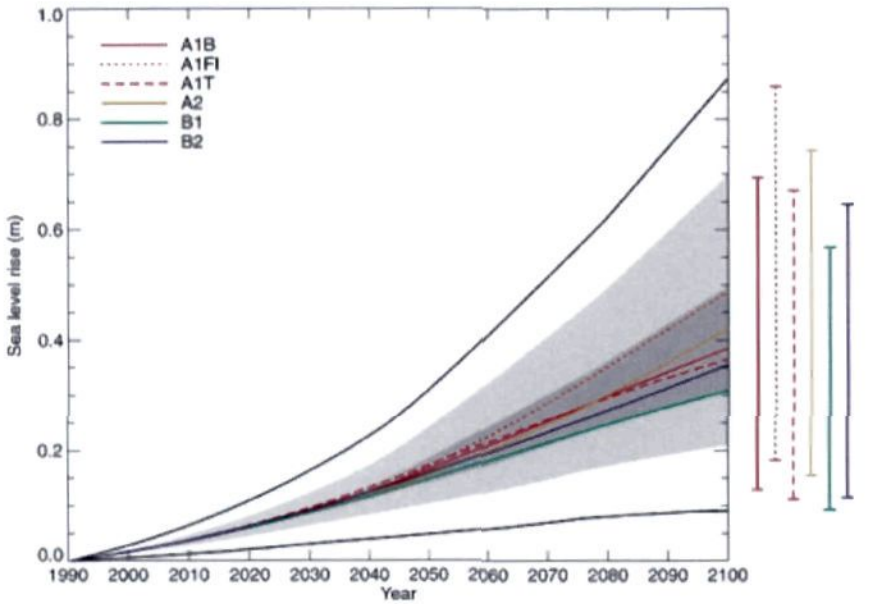
In het kader van de Hydraulische Randvoorwaarden (HRV) bepaling voor zeekeringveiligheid heeft RIKZ-RWS de ontwikkeling van de gemiddelde zeespiegelstijging gedurende de periode 1985-2000 geanalyseerd voor de bepaling van de verwachte zeespiegelstijging in de periode 2006-2011 (Duits, 2005). De waarden voor deze extrapolatie van de zeespiegelstijgsnelheid van de gemiddelde zeestand zijn weergegeven als cijfers in mm/jaar in tabel 3.1.

De mondiale curve voor een versnelling van 0,018 mm/jaar*jaar van de absolute zeespiegel voor de periode 1985-2000 van Church & White (submitted) lijkt ook de huidige relatieve zeespiegelstijgsnelheid in de Waddenzee redelijk goed te representeren (tabel 3.1). Binnen de nauwkeurigheid van deze getallen lijkt er dus weinig ruimte voor autonome bodemdaling door autonome processen. Dit alles uiteraard tegen de achtergrond van de sterke schommelingen in de meetreeksen van de getijdestations.

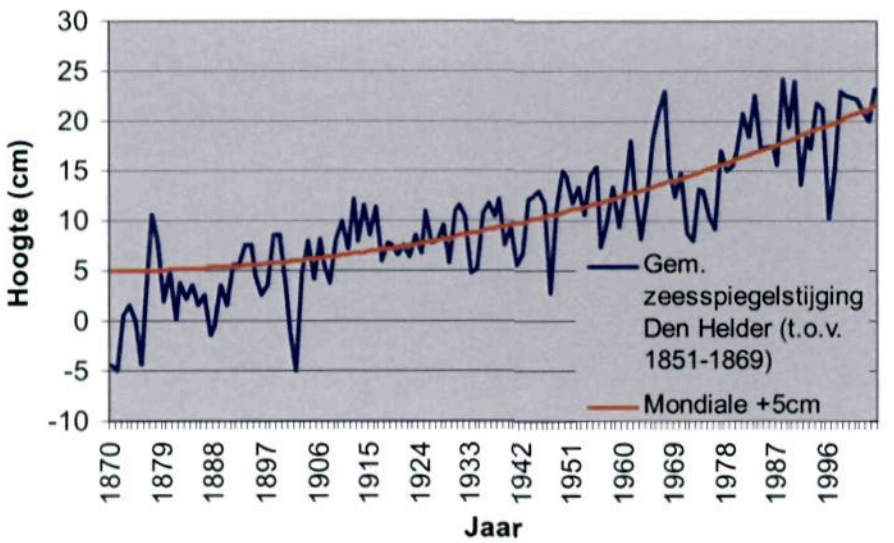
*Tabel 3.I: Overzicht van de waarden van de zeespiegelstijgsnelheid van de gemiddelde zeestand op basis van de in het kader van de HRV gemaakte extrapolatie (zogeheten toeslagen 1985-2011) (Duits, 2005). Tevens is voor de periode 1985-2000 de zeespiegelstijgsnelheid berekend op basis van een versnelling van 0,018 mm/jaar*jaar sinds1870 (Church & White, submitted).*

Station	Afstand (km)	Zeespiegelstijgsnelheid verwacht tot 2011 (mm/jaar)	Zeespiegelstijgsnelheid 1985-2000 (Church & White, submitted)
Den Helder	0	2,36	
KWZbuiten	52	1,96	
Vlieland haven	54	1,28	
West-Terschelling	60	1,88	
Harlingen	63	1,52	
Nes	96	2,40	
Schierm.oog	122	3,48	
Lauwersoog	123	2,76	
Eemshaven	164	2,36	
Delfzijl	182	2,40	
Gemiddelde		2,24	2,23

De HRV-waarden liggen niet significant lager dan de mondiaal gemiddelde zeespiegelstijgsnelheid (uitgaande van 2,6 ± 0,7 mm/jaar over januari 1993-december 2000). Ze liggen wel lager dan de mondiaal gemiddelde zeespiegelstijgsnelheid aan de kust (4,0 ± 0,76 mm/jaar over dezelfde periode) zoals waargenomen met de TOPEX/Jason satellietwaarnemingen (White e.a., 2005). Dit stemt echter overeen met de waarneming (Church e.a., 2004) dat de Noordwest-Europese kust achterloopt bij de mondiale zeespiegelstijging. Bij dit alles past de relativering dat sterke decadale schommelingen optreden, waardoor deze sterke mondiale zeespiegelstijging ook weer ongedaan kan worden gemaakt in de toekomst.



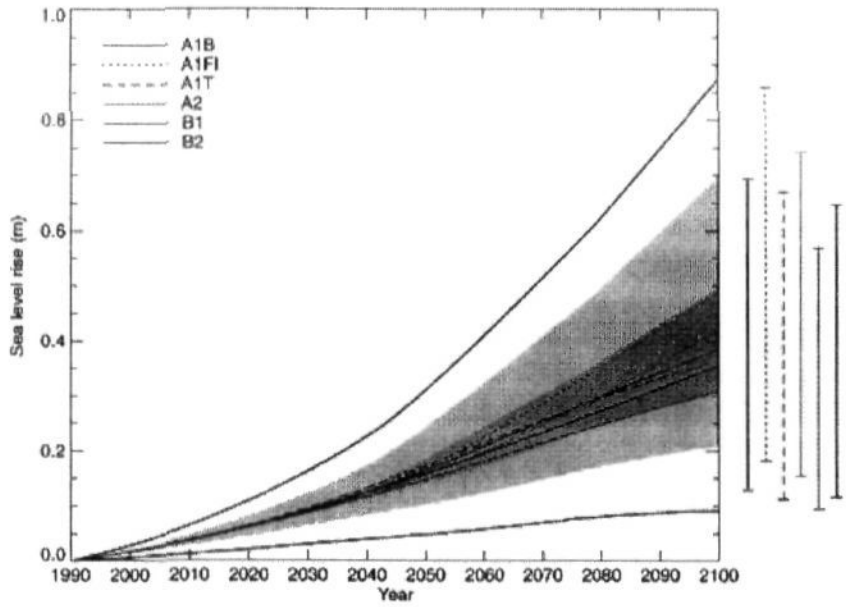
*Figuur 3.4 Verwachte wereldwijde zeespiegelstijging 21e eeuw (*Watson e.a., 2001*).*



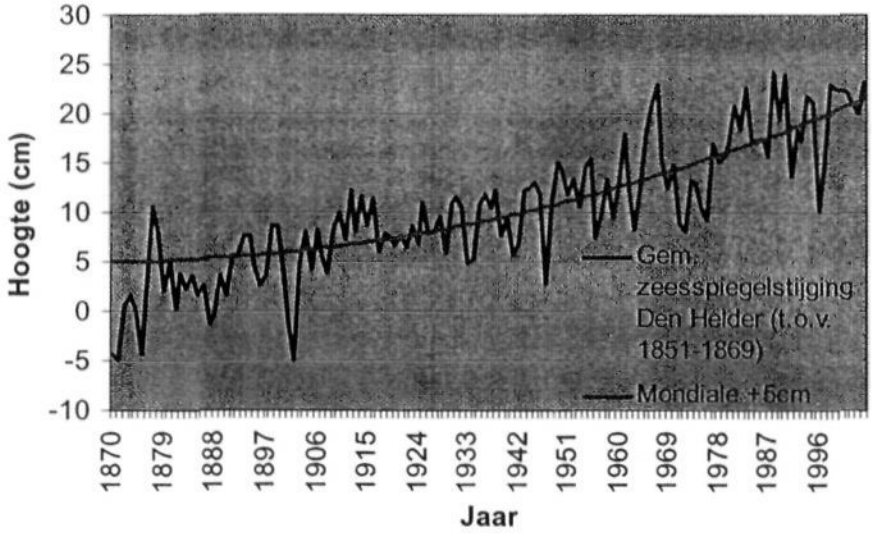
*Figuur 3.5: Gemiddelde zeespiegelhoogte in Den Helder (data RWS-RIKZ) en de mondiale zeespiegelhoogte zoals berekend met Church & White (submitted; versnelling van 0,018 mm/jaar*jaar).*

Waarmee moet in Nederland voor de toekomst rekening worden gehouden?
Op grond van verwachtingen t.a.v. het versterkte broeikaseffect wordt voor Nederland rekening gehouden met diverse mogelijke scenario's voor de relatieve zeespiegelstijging. Gezamenlijk vormen deze een scala van realistische toekomstverwachtingen. Veel gebruikte scenario's zijn voortzetting van de huidige trend van 20 cm/eeuw, een verwachtingscenario van 60 cm/eeuw en een hoog scenario.

Voor het hoge scenario worden diverse waarden aangehouden door de Rijksoverheid. Zo hanteert het KNMI een relatief zeespiegelstijgingscenario van 110 cm/eeuw, waarbij ook zetting van de bodem mee is genomen. Voor de buitendijkse zoute wateren lijkt dit minder relevant en wordt door RWS voor het hoge scenario



*Figuur 3.4 Verwachte wereldwijde zeespiegelstijging 21e eeuw (*Watson e.a., 2001*).*



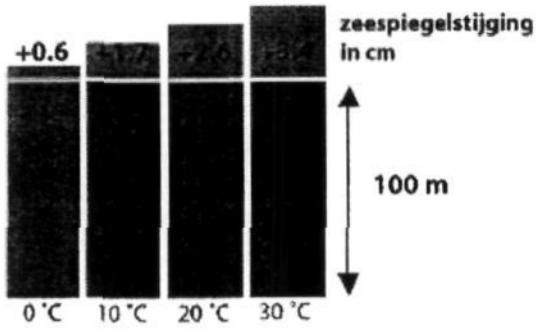
*Figuur 3.5: Gemiddelde zeespiegelhoogte in Den Helder (data RWS-RIKZ) en de mondiale zeespiegelhoogte zoals berekend met Church & White (submitted; versnelling van 0,018 mm/jaar*jaar).*

Waarmee moet in Nederland voor de toekomst rekening worden gehouden?
Op grond van verwachtingen t.a.v. het versterkte broeikaseffect wordt voor Nederland rekening gehouden met diverse mogelijke scenario's voor de relatieve zeespiegelstijging. Gezamenlijk vormen deze een scala van realistische toekomstverwachtingen. Veel gebruikte scenario's zijn voortzetting van de huidige trend van 20 cm/eeuw, een verwachtingscenario van 60 cm/eeuw en een hoog scenario.

Voor het hoge scenario worden diverse waarden aangehouden door de Rijksoverheid. Zo hanteert het KNMI een relatief zeespiegelstijgingscenario van 110 cm/eeuw, waarbij ook zetting van de bodem mee is genomen. Voor de buitendijkse zoute wateren lijkt dit minder relevant en wordt door RWS voor het hoge scenario

van ZSS een waarde aangehouden van 85 cm te bereiken in 100 jaar (RWS, 2000). De 25 cm verschil tussen het verwachtingscenario (60 cm/eeuw) en het hoge scenario is probabilistisch berekend en is de 1 sigma grens voor de onzekerheid van het verwachtingscenario van 60 cm (de Ronde, pers. com.). Er is voor gekozen om dit scenario te gebruiken als richtlijnscenario voor de beoordeling voor de voorgenomen gaswinning.

De verwachting is dat rond 2010 de inzichten substantieel zullen zijn toegenomen, terwijl er dan ook veel nieuwe gegevens beschikbaar zullen zijn (Jason altimetrie, zeespiegelstijgingsmetingen, nieuwe zeespiegelstijgingscenarios van IPCC (in 2007), KNMI (in 2006) en Rijksoverheden (in 2006; HRV in 2010). Dat betekent dat na 2010 een beter onderbouwde prognose kan worden gemaakt van de zeespiegelstijging. Dit is dan ook opgenomen in de randvoorwaarden: In 2011 is een evaluatiemoment ingebouwd t.a.v. het rZSS-scenario. Mocht het blijken dat rekening moet worden gehouden met een extreem scenario van 110 cm in 100 jaar, dan dient de mijnbouwonderneming aan te kunnen tonen dat ook in dat geval de bodemdaling door vermindering van de winning ("hand aan de kraan") tijdig en zodanig beperkt kan worden dat de gebruiksruimte niet zal worden overschreden.



Figuur 3.6 Zeespiegelstijging door uitzetting bij 1 °C opwarming over een diepte van 100 meter.

3.4. Wat is het gekozen snelheidsverloop?

Om de zeespiegelhoogte in honderd jaar op te voeren met 85 cm moet de snelheid van zeespiegelstijging toenemen over die honderd jaar. De hoge scenario-berekeningen met een versneld stijgende zeespiegel (éénparige versnelling) van het IPCC laten over het algemeen een lineair versnelde zeespiegelstijging zien (Watson e.a., 2001, fig. 3.4). Ook op grond van het feit dat zeewater met een hogere temperatuur sneller uitzet bij een graad temperatuursverhoging dan zeewater met een lagere temperatuur (fig. 3.6), in combinatie met het waarschijnlijk steeds sneller smelten van het landijs gedurende deze eeuw, mag een dergelijk verloop verwacht worden. Er is daarom voor de Nederlandse situatie ervan uit gegaan dat de zeespiegelstijgsnelheid éénparig versnelt, zodanig dat er in honderd jaar een zeespiegelstijging van 85 cm zal optreden. De bijdrage van de natuurlijke bodemdaling is hierbij verwaarloosd, omdat uit paragraaf 3.3 bleek dat deze hoogstwaarschijnlijk erg klein is en t.o.v. de toenemende zeespiegelstijgingsnelheid relatief klein en constant. Het hoge scenario van 85 cm in honderd jaar (RWS, 2000) resulteert in een versnelling van 0,119 mm/jaar*jaar. De aldus verkregen curve past qua kromming tussen de in fig.3.4 (IPCC) getoonde krommen.

3.5 Wanneer begint de versnelling?

De wereldwijd dekkende satellietwaarnemingen zijn óf te interpreteren als een tijdelijke natuurlijke variatie in de zeespiegelstijgsnelheid, óf als een begin van een trendmatige versnelling van de zeespiegelstijging, of een combinatie van beide. Momenteel is de meetserie nog te kort om dit onderscheid te maken. Indien de

mondiale zeespiegelstijging doorzet, zal de locale zeespiegelstijging een inhaalslag moeten maken. Indien de mondiale zeespiegel t.g.v. een natuurlijke fluctuatie tijdelijk versneld is gestegen, zal dit inhalen gebeuren tijdens een "rustpauze" of terugval van de mondiale zeespiegelstijging.

Nota Bene: Dat in het onderstaande, zoals zal blijken, gekozen wordt voor een versnelling van de zeespiegelstijgsnelheid is ingegeven door het voorzorgbeginsel. Het wil niet zeggen dat Rijkswaterstaat nu ineens een nieuwe zeespiegelstijgsnelheid gaat hanteren in haar beleid; vooralsnog blijft zij uitgaan van het lange-termijn gemiddelde in de afgelopen eeuw van 20 cm/eeuw. De huidige hogere snelheid van de mondiale zeespiegelstijging zou immers ook een tijdelijk verschijnsel kunnen zijn.

Omdat de voorspelling van de zeespiegelstijgingssnelheid onzekerder wordt naarmate we verder in de toekomst willen kijken, en omdat er zeer veel nieuwe gegevens vrijkomen tot 2010 is er besloten om vooralsnog, hangende de evaluatie in 2010, een aanname te doen over de zeespiegelstijging tot en met 2010 en daarna vooralsnog rekening te houden met een extreme versnelling.

Tot 2010
Bij de bepaling van de Hydraulische Randvoorwaarden is een voorspelling gemaakt van de stijging van het gemiddeld zeeniveau voor de periode 2006-2011, waarbij er vanuit is gegaan dat de zeespiegel met dezelfde gemiddelde snelheid blijft stijgen als in de periode 1985-2011 (tabel 3.I). Dit lijkt met het oog op het voorzorgbeginsel echter wat krap bemeten, want het is bekend dat:
1) de Noordwest-Europese kusten achterblijven bij de mondiale zeespiegelstijging en
2) er een éénparige versnelling van de mondiale zeespiegel is geconstateerd sinds 1870 (Church & White, subm.; hierin wordt ook de huidige versnelling vanaf 1990 meegenomen), waarvan de versnelling van 0,018 mm/jaar*jaar bovendien goed lijkt te passen in de Waddenzee zeespiegelstijgingscurve (zie paragraaf 3.3).

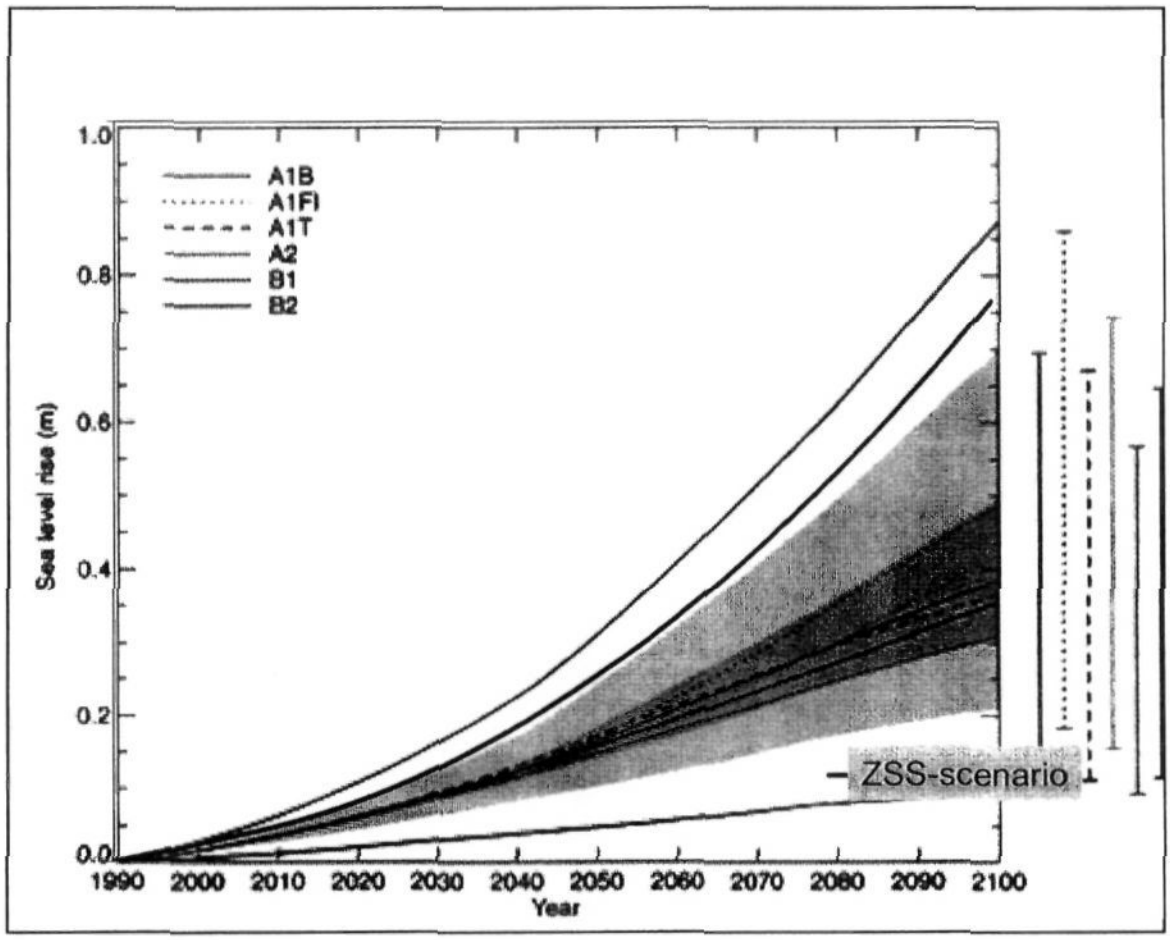
Derhalve is gekozen om in 2007 te starten met een zeespiegelstijgsnelheid van 2,484 mm/jaar en tot en met 2010 te versnellen met 0,018 mm/jaar*jaar[17].

Na 2010
Vanaf begin 2011 moet voor wat betreft de gebruiksruimte rekening worden gehouden met een hoog scenario van 85 cm in honderd jaar (RWS, 2000) wat zich vertaald in een versnelling van 0,119 mm/jaar*jaar. De aldus verkregen curve past qua kromming tussen de in fig. 3.4 (IPCC) getoonde krommen en geeft bij benadering het meest ongunstige scenario van het IPCC (Watson e.a., 2001) in dat figuur aan (fig 3.7). Op deze manier ontstaat in elk geval een beeld van de

[17] Om te illustreren dat op deze wijze afdoende rekening is gehouden met het voorzorgbeginsel, het volgende: De keuze houdt in dat de bodemdaling die nog veroorzaakt mag worden door de nieuwe + de oude gasvelden samen voor het Pinkegat gemiddeld ruwweg nog maximaal 3,5 mm/jaar (als gemiddelde over perioden van 6 jaar) mag bedragen en voor de Zoutkamperlaag nog maar ca. 2,5 mm/jaar over de periode 2007-2011. Zou ineens de zeespiegelstijging haar achterstand t.o.v. de wereldwijde zeespiegelstijging gaan inlopen waardoor de gebruiksruimte tot 0 wordt gereduceerd, dan zou dit leiden (rekening houdende met vertraging in de bodemdaling vanaf het moment van winning) tot een "achterstand" van 10,5 mm voor het Pinkegat en 7,5 mm voor de Zoutkamperlaag. Dit vormt dan ongeveer de verlaging die volgens modellen sowieso ontstaat door tijdsvertraging tussen bodemdaling en opvulling (zie PB): Deze wordt op grond van eerdere studies geschat op maximaal 11 mm gemiddeld over het Pinkegat en 8 mm gemiddeld over de Zoutkamperlaag. Bovendien zou een onverwacht sterke zeespiegelstijging kunnen worden meegenomen in de evaluatie die in 2011 moet worden uitgevoerd.

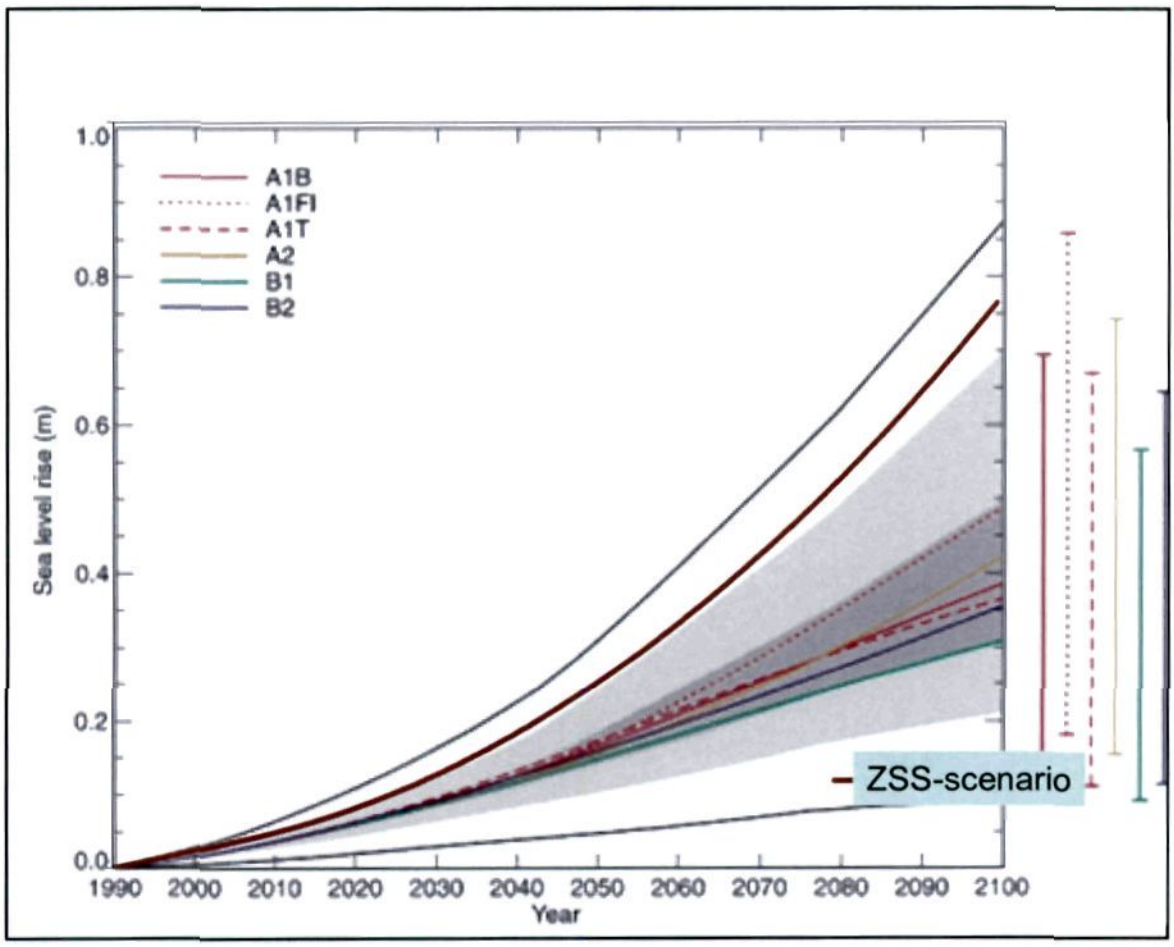
zeespiegelstijging, dat voor het verleden niet milder is dan de waarnemingen, en voor de toekomst niet milder dan pessimistische verwachtingen van dit moment.

Figuur 3.7 De versnelde zeespiegelstijging geplot in het IPCC scenario. Verwachtingen voor de zeespiegelstijging (IPCC, 2001). Hieroverheen (bruine lijn) het voorgestelde scenario om de gebruiksruimte voor gaswinning te beoordelen. Dit is bijna zo "ongunstig" als de nog geloofwaardige ongunstige realisatie (A1B; getrokken donkergrijze lijn in achtergrondsgrafiek) van het meest onrustbarende IPCC-scenario (A1FI), en ongunstiger dan alle andere IPCC-scenario's. De zeestand in 1990 is op 0 gesteld.



zeespiegelstijging, dat voor het verleden niet milder is dan de waarnemingen, en voor de toekomst niet milder dan pessimistische verwachtingen van dit moment.

Figuur 3.7 De versnelde zeespiegelstijging geplot in het IPCC scenario. Verwachtingen voor de zeespiegelstijging (IPCC, 2001). Hieroverheen (bruine lijn) het voorgestelde scenario om de gebruiksruimte voor gaswinning te beoordelen. Dit is bijna zo "ongunstig" als de nog geloofwaardige ongunstige realisatie (A1B; getrokken donkergrijze lijn in achtergrondsgrafiek) van het meest onrustbarende IPCC-scenario (A1FI), en ongunstiger dan alle andere IPCC-scenario's. De zeestand in 1990 is op 0 gesteld.



3.6 Conclusie

Op dit moment wordt als randvoorwaarde voor de gebruiksruimte gesteld dat in 2007 gestart wordt met een zeespiegelstijgsnelheid van 2,484 mm/jaar, welke tot en met 2010 éénparig versnelt met 0,018 mm/jaar*jaar. Vanaf begin 2011 moet voor wat betreft de gebruiksruimte rekening worden gehouden met een hoog scenario van 85 cm in honderd jaar (RWS, 2000) met een versnelling van 0,119 mm/jaar*jaar. Dit scenario zal in 2011 nader ge-evalueerd dienen te worden en naar boven of beneden te worden bijgesteld. Op de boven beschreven wijze wordt op afdoende wijze rekening gehouden met het voorzorgsbeginsel.

4. MIDDELING OVER DE TIJD: INVLOED VAN KORTE TERMIJN FLUCTUATIES

4.1 Inleiding

In hoofdstuk 2 gekeken naar de sedimentatie, die gemiddeld over langere perioden meerdere jaren plaats vindt. Op kortere termijn spelen echter diverse fluctuaties een rol, die van invloed kunnen zijn op de bodemligging t.o.v. de zeespiegel. Deze korte termijn fluctuaties worden in dit hoofdstuk besproken. Na een beschouwing over krachtenbalansen (4.2) zal worden ingegaan op de mogelijke invloed van de getijdeasymmetrie (4.3), de 18,6 jarige cyclus van het getij (4.4) en de invloed van weer en wind (4.5), waarna een korte discussie volgt over hoe hiermee om te gaan in het licht van de morfologische randvoorwaarden (4.6).

4.2 Krachtenbalansen en sedimentaire evenwichten

Als we uitgaan van een vaste zeespiegelhoogte, bestaat een sedimentair evenwicht, als de sedimentaanvoer naar het kombergingsgebied gelijk is aan de sedimentafvoer. Binnen een kombergingsgebied geldt eenzelfde verhaal voor elk van de twee onderdelen: de platen en de geulen. Die evenwichten worden bepaald door:

1) de opbouwende krachten, zoals:
- aanvoer van sediment met de vloedstroom;
- aanvoer met golfgedreven landinwaarts transport;
- bezinking en consolidatie van sediment;
- inzijging en verdamping van water op de getijdeplaten waarbij het lichtste sediment achter blijft;
- De estuariene circulatie die ontstaat als gevolg van de uitstroom van zoet water naar de Noordzee;
- vastlegging van sediment en omzetting van opgeloste stof in silica-of kalk-sediment door biota, zoals diatomeeën en mosselbanken.

2) de afbrekende krachten, zoals:
- afvoer van sediment met de ebstroom;
- afvoer met golfgedreven zeewaarts transport;
- loswoeling en afvoer met uitstromend water van het vasteland naar de Noordzee (bijv. Lauwersmeerafvoer);
- opwoeling door golfwerking;
- opwoeling en losmaken van sediment door biota, zoals krabben en garnalen.

Sediment komt netto tot bezinking als de opbouwende krachten groter zijn dan de afbrekende krachten. Bij een stijgende zeespiegel is er sprake van een dynamisch evenwicht als per gebied de volumevergroting van water ten gevolge van de zeespiegelstijging ongedaan wordt gemaakt door netto toename van het volume sediment. Dat er extra sediment tot bezinking kan komen komt in dit geval hoogstwaarschijnlijk vooral door een kleinere invloed van de golfwerking op de dieper liggende bodem (t.o.v. de situatie in het evenwicht zonder stijgende zeespiegel) en door veranderingen in de getijde-asymmetrie, die zouden kunnen leiden tot een toename van sediment import (o.a. Wang & van der Weck, 2003).

4.3 Getijdeasymmetrie

In de meer recente literatuur betreffende de import/export van sediment in zeegaten wordt gesuggereerd dat de getijde-asymmetrie daarbij een belangrijke rol speelt (Elias, 2006). Getijde-asymmetrie houdt in dat eb- en vloed-snelheden verschillend zijn. Hogere eb-snelheden in een zeegat leiden tot export en hogere vloed snelheden tot import van zand. De getijde-asymmetrie in een zeegat wordt bepaald door eb- en vloedduur op de Noordzee en de morfologie van het bekken. Omdat het water in de

Noordzee voor de kust van de Wadden eilanden sneller stijgt dan daalt zou dit in een zeegat tot vloeddominantie leiden. Dit wordt echter tegengewerkt door de morfologie van het bekken en met name de verhouding van plaat en geul oppervlak. Een grotere waarde van deze verhouding stuurt het zeegat naar eb-dominantie Zo zijn bijvoorbeeld het Marsdiep (Bonekamp et al., 2002) en de Zoutkamperlaag (van de Kreeke en Dunsbergen, 2000) ebdominant.

Hoewel er aanwijzingen zijn dat de getijstroom, via de getijde-asymmetrie, een rol speelt bij het netto transport van zand in een zeegat is het zeker niet het enige proces. Zoals aangetoond door Elias (2006) spelen ook golven en wind een belangrijke rol. Daarnaast zijn het de kleinere zandkorrels, die in suspensie door de stroom worden meegevoerd, die door het verschil in snelheid waarbij ze worden opgepakt en weer worden afgezet een netto verplaatsing in landwaartse richting ondervinden (Postma, 1967). Helaas moet worden gesteld dat bij de huidige stand van kennis het niet mogelijk is de bijdrage van ieder van die processen aan het zandtransport met voldoende betrouwbaarheid te kwantificeren. Wat we echter wel kunnen stellen op grond van de waarnemingen is dat het netto resultaat over langere perioden voor de Nederlandse Waddenzeegatsystemen Zoutkamperlaag en Pinkegat een transport in bekkenwaartse richting is.

4.4 De invloed van de 18,6 jarige cyclus van het getij

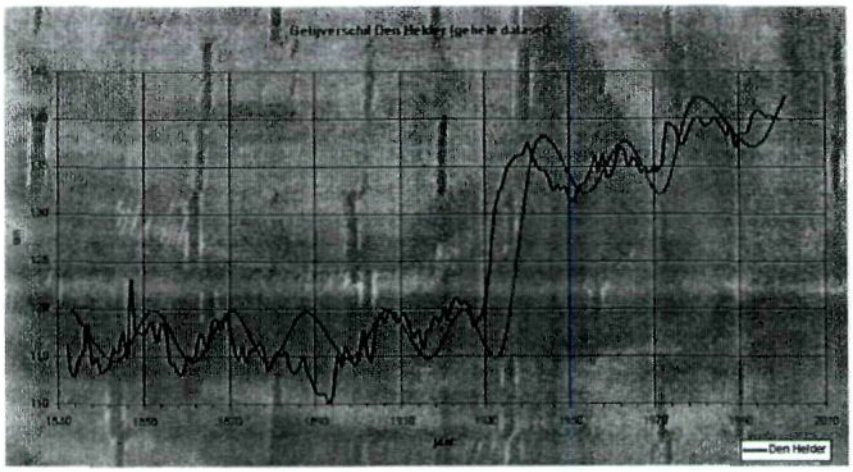
Door de verandering van de maanbaan t.o.v. de zonnebaan varieert het getijverschil met 2,8-5,2 % over de zogeheten nodale cyclus van 18,6 jaar (Pugh, 1987; Marchuk & Kagan, 1989). Voor de Waddenzee wordt de variatie in getijslag geschat op maximaal 5,2%, fig 4.1). Waargenomen variaties in geuldiepten en opvulling in het Waddengebied en de Oosterschelde, aangroei en afslag van de Waddeneilanden (Oost et al. 1993) en watervolumes in de Humber en Westerschelde (Jeuken et al. 2003) maken aannemelijk dat deze variaties terug zijn te vinden in sedimentatie patronen. Ook op grond van modelstudies (Wang en Eysink, 2005) is zichtbaar gemaakt dat verwacht mag worden dat de sedimentatie– en erosiepatronen in de Zoutkamperlaag en het Pinkegat veranderen met een 18,6 jarige cyclus.

In Jeuken et al. (2003) wordt een model beschreven waarbij uitgaande van de variatie in getijslag en dus in getijprisma de verandering in watervolume in een bekken kan worden geschat. Omdat in de Nederlandse Waddenzee de vergroting van de getijslag zich vooral uit in het laagwater, i.e. de verlaging van het laagwater is groter dan de verhoging van het hoogwater (Fig 4.1), wordt voor het percentage variatie in getijprisma een iets kleinere waarde aangenomen dan het percentage variatie in de getijslag. Voor de Zoutkamperlaag met een getijprisma van $225*10^6$ m^3 en uitgaande van een 4% variatie in getijprisma resulteert dit in een variatie in water volume van $1,8*10^6$ m^3. Met een oppervlak van 130 km^2 vertaalt zich dit in een gemiddelde potentiële cyclische variatie in de bodemligging van 1- 2 cm over een periode van 18,6 jaar.

Recentelijk is gesuggereerd dat ook de getijde-asymmetrie, en daarmee de sedimentatie, wordt beïnvloed door de 18,6 jarige cyclus van het getij (Dronkers, 1986 & in RWS/RIKZ, 2005), bijv. fig. 4.2, waarin klaarblijkelijk ook nog andere effecten meetellen). Gesuggereerd, want de data kennen meetfouten, zijn niet geheel consistent verwerkt en laten vooralsnog alleen een gelijksoortig patroon zien, hetgeen niet wil zeggen dat er ook een oorzakelijk verband is. Het blijkt dat alle zeegaten (op de Zoutkamperlaag na afsluiting van de Lauwerszee na) een patroon laten zien van sedimentatie tijdens de maximale getijdassymmetrie (hier gedefinieerd als: verticale vloedsnelheden groter dan ebsnelheden). Ook is meestal erosie te zien tijdens minimale getijdeasymmetrie.

Figuren 4.2 & 4.3 laten zien dat er mogelijk ook nog faseverschillen optreden tussen de diverse bekkens. Dit zou logisch zijn, omdat we –zoals boven is betoogd- (hoofdstuk 2) verwachten dat grote bekkens langzamer reageren dan kleine getijdebekkens. Merk op dat de sedimentatie en erosie over een periode van minder dan 19 jaar voor de geulen+platen vaak sterker zijn dan de langere termijn voor de platen genoemde 3-6 mm/jaar. Op zich is dit voor een deel conform verwachting, omdat de zeegaten in staat zijn om meer aan- en af te voeren dan de 3-6 mm/jaar en er ook aanwijzingen zijn dat de buitendelta als tijdelijke opvang/leverantier van zand werkt (Oost & de Haas, 1992, 1993). Ook hier gaat het om zeer recente gegevens over 11 jaar (zeegaten vooral opgenomen in de periode 1987-2000: dus van ruwweg een minimum naar een maximum in getijde-asymmetrie) en is voorzichtigheid geboden als het gaat om de interpretatie (ook al door de meetfouten).

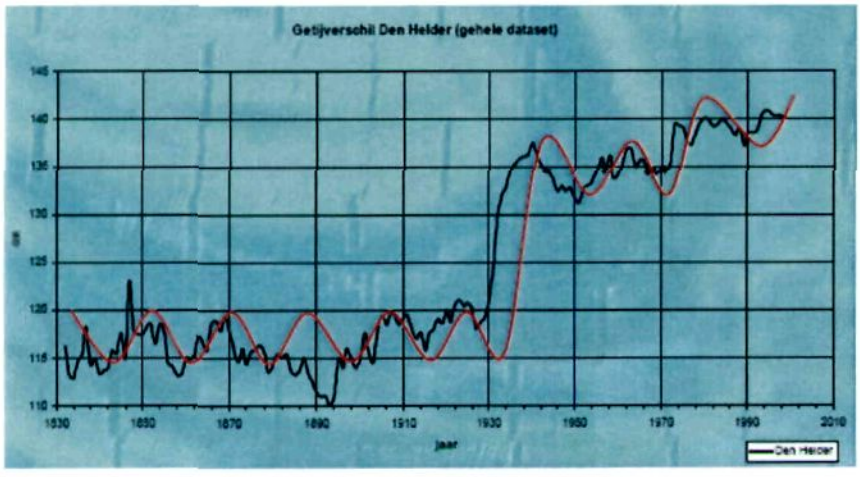
Bovenstaande waarnemingen en modelberekeningen suggereren dat er sterke fluctuaties optreden in de sedimentatie als gevolg van de 18,6 jarige getijdevariaties. E.e.a. verdient nader onderzoek en wordt geïdentificeerd als een leemte in kennis. Zo zouden de gunstige ontwikkelingen rond de winning Ameland, waar de sedimentatie op de platen ter plekke van de bodemdaling (nabij het zeegat van het Pinkegat) meer dan compenseert, wel eens deels het gevolg kunnen zijn van het gaan naar een maximum in getijasymmetrie (ca. 1998), waardoor er misschien te optimistisch gekeken wordt naar het meegroeivermogen bij de winning Ameland-Oost (bijv. Begeleidingscommissie, 2000). Bij de ontwikkeling van de randvoorwaarden is een methode gekozen, die met de onzekerheid die de 18,6 jarige cyclus te weeg kan brengen rekening houdt.



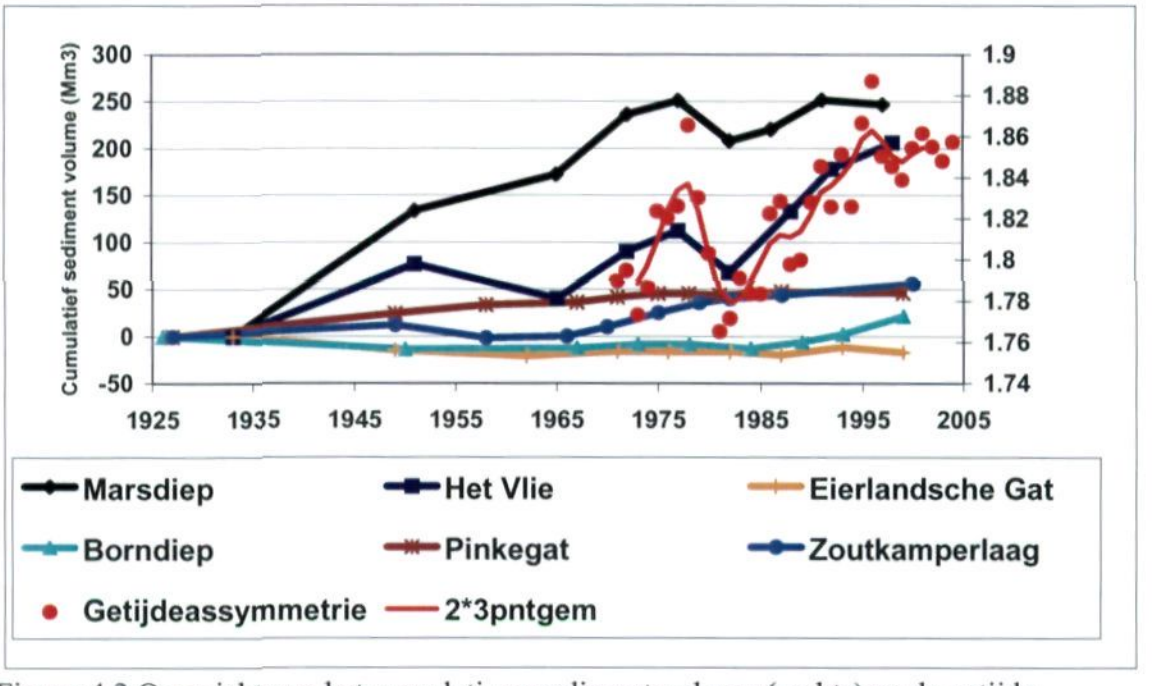
Figuur 4.1 Het getijdeverschil te Den Helder met daarin herkenbaar de 18,6 jarige cyclus van het getij (in rood aangegeven).

Figuren 4.2 & 4.3 laten zien dat er mogelijk ook nog faseverschillen optreden tussen de diverse bekkens. Dit zou logisch zijn, omdat we –zoals boven is betoogd- (hoofdstuk 2) verwachten dat grote bekkens langzamer reageren dan kleine getijdebekkens. Merk op dat de sedimentatie en erosie over een periode van minder dan 19 jaar voor de geulen+platen vaak sterker zijn dan de langere termijn voor de platen genoemde 3-6 mm/jaar. Op zich is dit voor een deel conform verwachting, omdat de zeegaten in staat zijn om meer aan- en af te voeren dan de 3-6 mm/jaar en er ook aanwijzingen zijn dat de buitendelta als tijdelijke opvang/leverantier van zand werkt (Oost & de Haas, 1992, 1993). Ook hier gaat het om zeer recente gegevens over 11 jaar (zeegaten vooral opgenomen in de periode 1987-2000: dus van ruwweg een minimum naar een maximum in getijde-asymmetrie) en is voorzichtigheid geboden als het gaat om de interpretatie (ook al door de meetfouten).

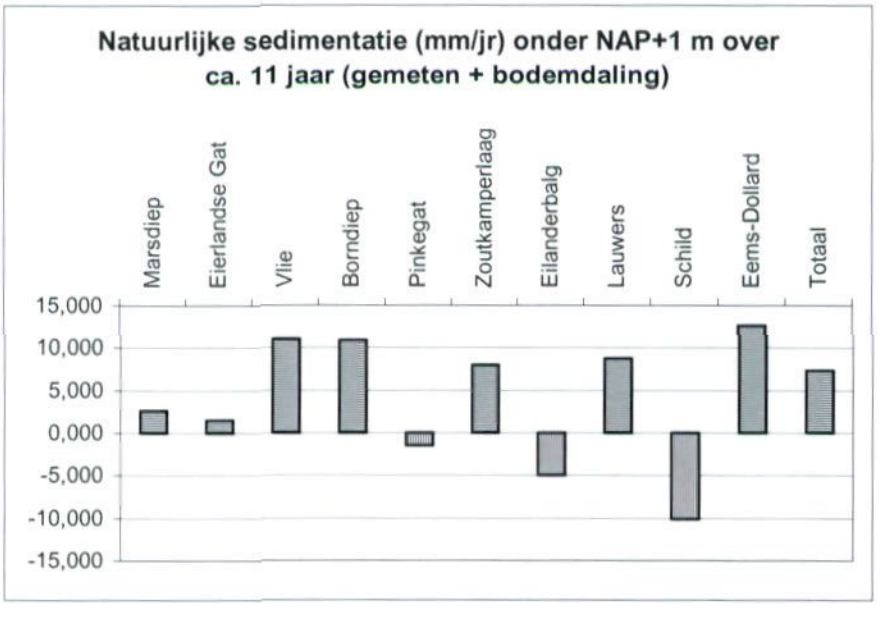
Bovenstaande waarnemingen en modelberekeningen suggereren dat er sterke fluctuaties optreden in de sedimentatie als gevolg van de 18,6 jarige getijdevariaties. E.e.a. verdient nader onderzoek en wordt geïdentificeerd als een leemte in kennis. Zo zouden de gunstige ontwikkelingen rond de winning Ameland, waar de sedimentatie op de platen ter plekke van de bodemdaling (nabij het zeegat van het Pinkegat) meer dan compenseert, wel eens deels het gevolg kunnen zijn van het gaan naar een maximum in getijasymmetrie (ca. 1998), waardoor er misschien te optimistisch gekeken wordt naar het meegroeivermogen bij de winning Ameland-Oost (bijv. Begeleidingscommissie, 2000). Bij de ontwikkeling van de randvoorwaarden is een methode gekozen, die met de onzekerheid die de 18,6 jarige cyclus te weeg kan brengen rekening houdt.



Figuur 4.1 Het getijdeverschil te Den Helder met daarin herkenbaar de 18,6 jarige cyclus van het getij (in rood aangegeven).



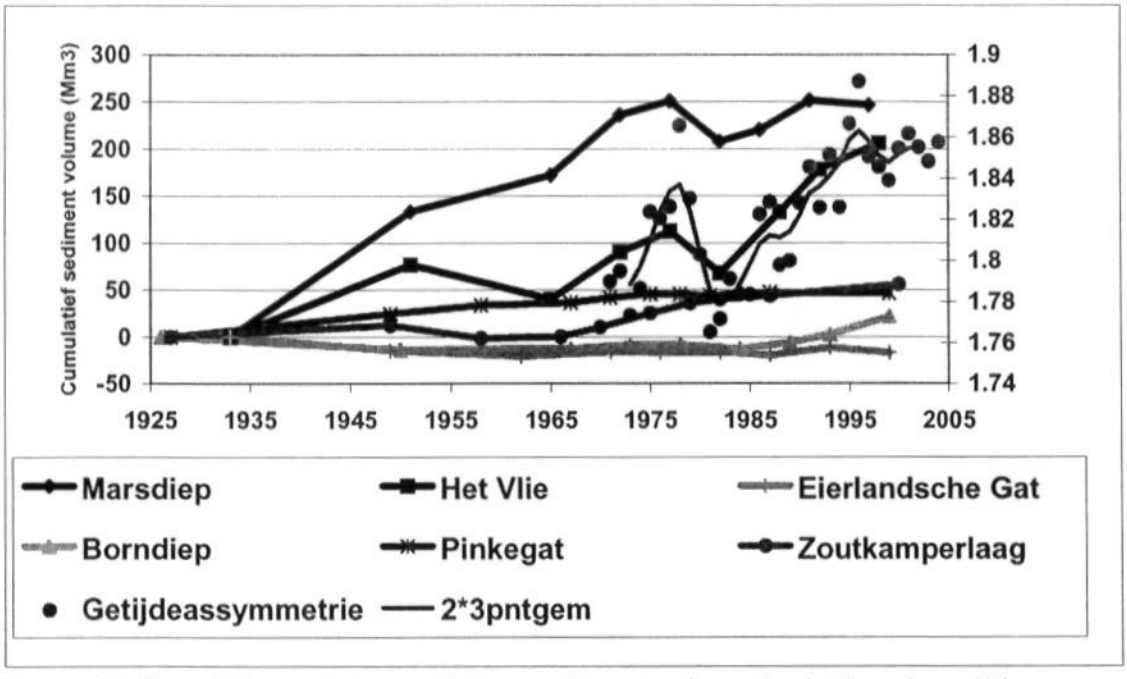
Figuur 4.2 Overzicht van het cumulatieve sediment volume (rechts) en de getijde-asymmetrie te Harlingen (uitgedrukt als ratio van maximale uurlijkse stijgsnelheid/maximale uurlijkse dalingssnelheid); maxima rond 1979 en 1998. Deels naar Dronkers, (in: RWS/RIKZ, 2005).



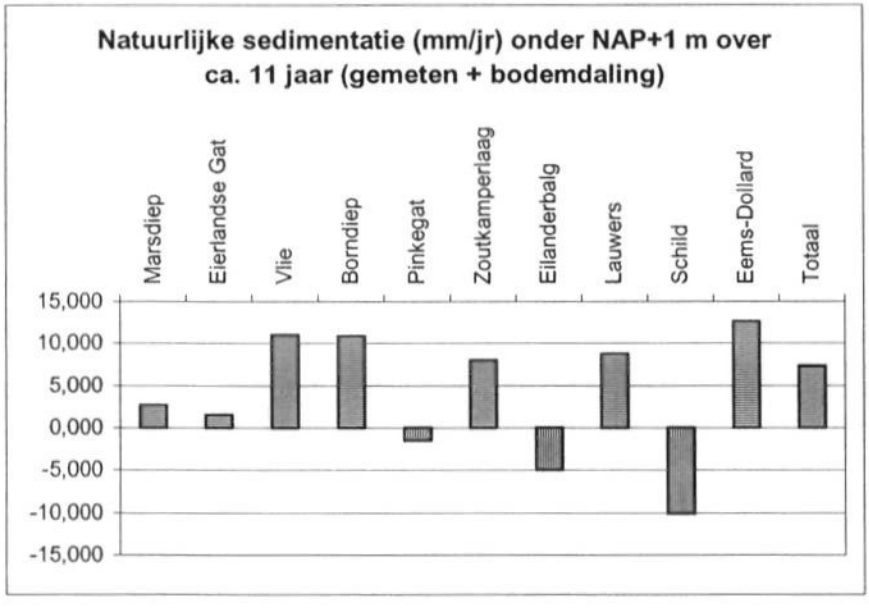
Figuur 4.3 Overzicht van de sedimentatie onder +1 m NAP (dus geulen en platen) in een aantal kombergingsgebieden over de periode van ca. 1987-2000 (ruwweg van een minimum naar een maximum in de getijde-asymmetrie). De kleinere bekkens (Pinkegat, Eilanderbalg en Schild) lijken te eroderen, terwijl de grotere zeegaten sedimenteren (Mulder, herziene berekeningen voor Hoeksema e.a., 2004)[18].

4.5 De invloed van weer en wind

[18] Nota Bene: fouten per kombergingsgebied worden geschat tot 5-6 mm/jr.



Figuur 4.2 Overzicht van het cumulatieve sediment volume (rechts) en de getijde-asymmetrie te Harlingen (uitgedrukt als ratio van maximale uurlijkse stijgsnelheid/maximale uurlijkse dalingssnelheid); maxima rond 1979 en 1998. Deels naar Dronkers, (in: RWS/RIKZ, 2005).

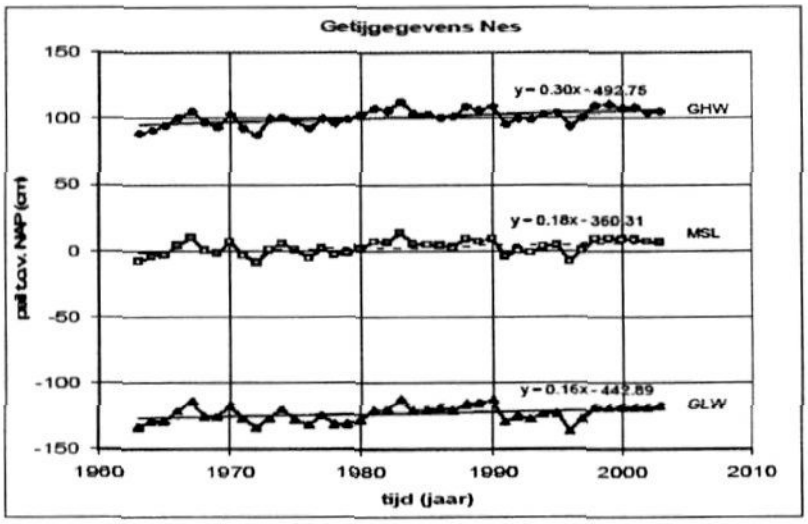


Figuur 4.3 Overzicht van de sedimentatie onder +1 m NAP (dus geulen en platen) in een aantal kombergingsgebieden over de periode van ca. 1987-2000 (ruwweg van een minimum naar een maximum in de getijde-asymmetrie). De kleinere bekkens (Pinkegat, Eilanderbalg en Schild) lijken te eroderen, terwijl de grotere zeegaten sedimenteren (Mulder, herziene berekeningen voor Hoeksema e.a., 2004)[18].

4.5 De invloed van weer en wind

[18] Nota Bene: fouten per kombergingsgebied worden geschat tot 5-6 mm/jr.

Veranderingen in windklimaat, luchtdruk en watertemperatuur kunnen resulteren in sterke, jaargemiddelde waterhoogteveranderingen gedurende meerdere jaren (figuur 4.4; zie ook figuur 3.5). In een aantal gevallen, zoals op de kwelders, is lokaal aangetoond dat dit de sedimentatiepatronen beïnvloedt (Oost e.a., 1998, Ameland Bodemdalingsstudie, 2005). Op de schaal van een kombergingsgebied bestaan hiervan helaas geen metingen. Metingen suggereren dat wadplaten snelle veranderingen van de zeespiegelhoogte in de grootteorde van 10 cm per jaar niet goed kunnen bijbenen (vergelijk fig. 4.3 en fig 4.4.). Dat houdt in dat de jaargemiddelde waterhoogte t.o.v. de bodem flink kan fluctueren gedurende meerdere opeenvolgende jaren. Deze meteorologische beïnvloeding van de waterhoogte is minstens een ordegrootte groter dan de meer geleidelijke daling door *zeespiegelstijging en gaswinning*.



Figuur 4.4 De jaargemiddelde waterhoogten voor HW en LW (Bodemdalingstudie Ameland, 2005).

4.6 Hoe om te gaan met de korte termijn fluctuaties?

Het meegroeivermogen van de kombergingsgebieden (Hoofdstuk 2) is berekend over perioden van vooral 19 jaar en langer. Op kortere termijn van enkele jaren overheersen schommelingen in jaargemiddelde zeespiegelhoogten en in tijdelijke sedimentatie/erosie zodanig dat de verwachte bijdrage van de bodemdaling van nieuwe gasvelden aan de zandhonger tenminste een orde van grootte kleiner is. Op die termijn zijn de effecten van gaswinning in de relatieve zeespiegel niet herkenbaar. Op langere termijn is het wel van belang om een niet te snelle daling te veroorzaken (voor Pinkegat 6 mm/jr – de relatieve zeespiegelstijging en voor Zoutkamperlaag 5 mm/jaar – de relatieve zeespiegelstijging), omdat het meegroeivermogen op deze termijn beperkend kan worden. De platen in de kombergingsgebieden zouden bij een grotere bodemdaling de relatieve zeespiegelstijging op een zeker ogenblik niet meer kunnen bijhouden met extra sedimentatie.

Nu is 19 jaar wel een erg lange periode gezien de grote afwijkingen in de zeestand en de sedimentatie, die gedurende enkele opeenvolgende jaren kunnen voorkomen. Het lijkt, ondanks het bekende meegroeivermogen in ca. 19 jaar, niet verstandig meer dan een gelijk part daarvan binnen zes jaar te "gebruiken". Wanneer in dezelfde periode ook nog eens van nature geringe sedimentatie en hoge zeestanden zouden optreden, zou een grotere bodemdaling gedurende verscheidene jaren de oppervlakte van habitattypen, slaap- en foerageerplaatsen kunnen verkleinen. Ook al geven alle gegevens aan dat dit na hoogstens ca. 19 jaar weer in orde zou zijn, dan zou dit toch ongewenst zijn. Op grond hiervan wordt aanbevolen de gebruiksruimte met lopende gemiddelden (symmetrisch voortschrijdende) over 6 jaar te beoordelen. Een bijkomende omstandigheid is dat er elke 6 jaar voor elk kombergingsgebied en elke 3 jaar voor elke buitendelta lodingen beschikbaar komen van de hoogten.

4.7 Gebruiksruimte voor inpassen bodemdaling t.g.v. voorgenomen gaswinning
In de voorgaande paragrafen zijn de essentiële elementen behandeld van de aan bodemdaling te stellen randvoorwaarden. In deze paragraaf wordt de synthese gegeven van die elementen in de vorm van een eenduidig 'recept', op basis waarvan kan worden getoetst, of voorgenomen gaswinning kan worden toegestaan binnen de voorwaarden van de Vogel- en Habitatrichtlijn. Dit 'recept' is alleen project-specifiek in die zin, dat voor de twee kombergingsgebieden waarop de gaswinning volgens het (voorgenomen) Rijksprojectbesluit invloed heeft, te weten Pinkegat en Zoutkamperlaag, de gebruiksruimte is bepaald[19]. Voor het overige is het gepresenteerde recept kaderstellend voor vergunningverlening in de uitvoeringsfase, waarin een concreet winningsplan en de daarin te presenteren prognoses voor bodemdaling nader moeten worden beoordeeld.

Meegroeivermogen per komberging
Eerder in dit rapport is het meegroeivermogen M uitgedrukt in termen van equivalente rZSS:

Pinkegat	M = 6 mm/jaar
Zoutkamperlaag	M = 5 mm/jaar

Scenario snelheid relatieve zeespiegelstijging
Eerder in dit rapport is het voor dit doel gekozen scenario voor de snelheid van relatieve zeespiegelstijging (Z) gedefinieerd in twee perioden, namelijk als volgt:

<u>2007 tot 2011</u>: $Z(J) = Z(2007) + (J - 2007)*A_1$

met $Z(2007) = 2{,}484$ mm/jaar
en $A_1 = 0{,}018$ mm/(jaar)^2

<u>m.i.v. 2011</u> $Z(J) = Z(2011) + (J - 2011)*A_2$

met $A_2 = 0{,}119$ mm/(jaar)^2

De waarden voor Z(J) gelden <u>aan het begin</u> van het kalenderjaar J.
De coëfficiënten A_1 en A_2 representeren acceleratie in de zeespiegelstijging.

Het scenario-gedeelte 'm.i.v. 2011' wordt tot 1.1.2011 beschouwd als een <u>richtscenario</u>.

---

[19] Voor het onderhavige project, dat zich over circa 30 jaren uitstrekt, is de 2 cm-contour als maatgevend beschouwd. Een daling van 2 cm over 30 jaar blijft, ook samen met de zeespiegelstijging, volgens de huidige kennis en gegevens beneden het meegroeivermogen van de in de buurt gelegen kombergingsgebieden.

Per die datum zal op grond van de dan bestaande informatie en inzichten over het gedrag van de zeespiegel het scenario voor (tenminste) de dan komende 5 jaar wordt vastgesteld, alsmede een nieuw richtscenario voor de periode daarna, etc.

Gebruiksruimte
De gebruiksruimte G is gedefinieerd als het meegroeivermogen (M), verminderd met *de belasting van dat meegroeivermogen door (autonome) relatieve* zeespiegelstijging:

Pinkegat	G(J) = 6 – Z(J)	mm/jaar
Zoutkamperlaag	G(J) = 5 - Z(J)	mm/jaar

De waarden voor G(J) gelden <u>aan het begin</u> van het kalenderjaar J.

Figuren 4.5 (a) en (b) zijn een grafische weergave van de gebruiksruimte in de tijd voor Pinkegat, respektievelijk Zoutkamperlaag.

Criterium beoordeling inpassing bodemdaling t.g.v. gaswinning
De verwachting voor de bodemdalingsnelheid - gemiddeld over een kombergingsgebied - wordt gegeven in een tijdreeks op jaarbasis:

$$S(J) \text{ met } J = J_{start}, \ldots J_{start+n}.$$

J_{start} is het kalenderjaar van productiestart en n geeft de lengte in jaren van de prognose aan sinds het kalenderjaar van productiestart. De elementen uit die reeks zijn jaargemiddelden, die worden toegewezen aan <u>het midden</u> van het betreffende kalenderjaar.

In de eerder in dit rapport gegeven redenatie rond het sediment-invangend vermogen van kombergingen is aangegeven, dat het bovengenoemde meegroeivermogen van een komberging geldt op een tijdschaal van 19 jaar of langer. **Voor de initiatiefnemer is dit teruggebracht naar een periode van 6 jaar.** Daarmee in lijn *moet worden beoordeeld* ***(voortschrijdend gemiddeld, symmetrisch)***, *welke* invloed de bodemdaling ten gevolge van gaswinning op diezelfde tijdschaal heeft. Gedefinieerd wordt de belasting B als de bodemdalingsnelheid gemiddeld over een tijdvak van 6 jaren.

$$B(J) \approx [S(J-3) + S(J-2) + S(J-1) + S(J) + S(J+1) + S(J+2)] / 6$$

De waarde voor B(J) geldt <u>aan het begin</u> van het kalenderjaar J.

De eis voor inpasbaarheid van bodemdaling t.g.v. gaswinning in een gegeven komberging is dan:

$$\boxed{B(J) < G(J)}$$

Opmerkingen bij inpassen bodemdaling in gebruiksruimte

i) Bij de beoordeling van inpasbaarheid van <u>nieuwe</u> gaswinning in de gebruiksruimte moet eerst worden berekend, wat de belasting van <u>bestaande</u> projecten met een goedgekeurd winningsplan is. Immers, die ruimte is feitelijk al gegund.

(a)

(b)

Figuur 4.5 Gebruiksruimte voor inpassen gaswinning voor respectievelijk kombergingsgebied Pinkegat (a) en Zoutkamperlaag (b).

Voor bestaande (lopende danwel reeds goedgekeurde) projecten moet worden vastgesteld, of zij bodemdaling veroorzaken binnen de relevante kombergingen. Voor winning van diepe delfstoffen, vallend onder de Mijnbouwwet, is die informatie te ontlenen aan de (goedgekeurde) winningsplannen en de daarin opgenomen bodemdalingsprognoses. In het geval van Pinkegat en Zoutkamperlaag zijn dat op dit moment:

- het winningsplan Ameland (area);
- het winningsplan Anjum (area).

Daarnaast zijn er mogelijk andere projecten, die ook zandhonger genereren, zoals zandwinning, baggeren, etc. Uit de daaraan verbonden vergunningvoorwaarden volgt, hoeveel deze bijdragen aan de sedimenthonger in de relevante kombergingen.

ii) Het bovenstaande criterium voor inpassing is geldig voor elke prognose. Dat wil zeggen zowel voor de prognose voorafgaande aan productiestart, alsook de bijgestelde versies, die ontstaan op grond van metingen en nieuwe inzichten gedurende de gasproductiefase.

iii) Het begrip gebruiksruimte voor inpassen van gaswinning alleen betekenis heeft voor G > 0. Scenario's van zeespiegelstijging met acceleratie leiden altijd tot een omslagmoment, waarop G negatief wordt. Op dat moment verliezen ook de instandhoudingsdoelen voor het morfologische Waddensysteem feitelijk hun betekenis. Volgens het (huidige) richtscenario zou de gebruiksruimte in Pinkegat negatief worden na het jaar 2040 en in Zoutkamperlaag na het jaar 2031.

5. RANDVOORWAARDEN

Voorgaande overwegingen leiden tot formulering van de volgende randvoorwaarden:

1. Grenzen aan dalingssnelheden

Allereerst is bepaald bij welke relatieve zeespiegelstijgsnelheid (rZSS[20]) in de Waddenzee in stand zal blijven. Daartoe zal de rZSS dan per definitie niet groter mogen zijn dan de lange-termijn sedimentatie met een naijling van ten hoogste enkele jaren kan bijhouden[21].

Het geomorfologisch evenwicht is tijdens relatieve zeespiegelstijging afhankelijk van het vermogen van de Waddenzee om sediment in te vangen dat door het getijdewater vanaf de Noordzee de Waddenzee in wordt getransporteerd. Daarbij moet de sedimentatie de rZSS bijhouden waardoor, gemiddeld genomen, de verdeling van de geomorfologische componenten gelijk blijft (het meegroeivermogen).
De Waddenzee groeit verticaal mee als de ondergrond daalt of de zeespiegel stijgt. Binnen elk kombergingsgebied is de sedimentaire dynamiek dermate sterk dat verstoringen 'uitgesmeerd' worden over dat hele gebied[22]. Dit betekent dat de vraag hoeveel verstoring kan worden opgevangen in principe per kombergingsgebied moet worden bekeken[23]. De kernvraag is dan hoe groot het volume zand is dat per periode kan worden ingevangen in elk van de betrokken kombergingsgebieden.

In het onderstaande overzicht is op grond van empirische gegevens en modelinzichten nagegaan binnen welke grenzen de Waddenzee rZSS kan compenseren door het afzetten van extra sediment. Een voorzichtige, conservatieve benadering is daarbij gekozen, waarbij als uitgangspunten zijn gehanteerd:

a) dat vooral gekeken is naar de sedimentatie zoals waargenomen over perioden van 6 jaar en langer;
b) dat, bij meerdere waarden voor de maximale sedimentatie de laagste waarde wordt aangehouden;
c) dat er rekening is gehouden met een al bestaande zandvraag door andere processen;
d) dat bij modelbenaderingen steeds een voorzichtig uitgangspunt wordt gehanteerd.

Door deze worst-case benadering wordt een conservatieve inschatting gegeven van het meegroeivermogen. Door middel van deze benadering wordt een veilige grens aangehouden en worden potentiele risico's voorkomen, die zouden kunnen voortkomen uit te snelle daling en resulterende plaatverlaging gedurende meerdere decennia.

---

[20] In een relatief beperkt gebied als de Waddenzee kan de rZSS alleen daadwerkelijk gemeten worden over periodes van enkele decennia, omdat weersinvloeden e.d. een groot effect hebben op de gemeten waarden.

[21] Bij overschrijding van de gebruiksruimte door snelle of zeer volumineuze winning kan een situatie ontstaan 1) waarbij een grote bodemdalingschotel ontstaat, en 2) waarbij de sedimentaanvoer van buitenaf onvoldoende is om de schotel op te vullen, zodat er zand wordt "geleend" binnen het kombergingsgebied.

[22] Bijv. Bodemdalingscommissie Ameland (2005): Een daling van ruim 1,3 cm per jaar van de wadplaten ten zuiden van Ameland werd ter plekke volledig gecompenseerd. Het hiervoor benodigde sediment was deels afkomstig van de omringende andere onderdelen van het Pinkegat-kombergingsgebied, die daardoor lager kwamen te liggen.

[23] In een eerste benadering wordt het transport over de wantijen verwaarloosd.

Het meegroeivermogen van de relevante kombergingsgebieden Zoutkamperlaag en Pinkegat is, op basis van de historische kennis en thans beschikbare proceskennis geschat op minstens circa 5, respectievelijk 6 mm/jaar over gemiddeld 19-jaarlijkse perioden. *Dit meegroeivermogen kan niet helemaal gebruikt worden voor menselijke* activiteiten omdat autonome bodemdaling en zeespiegelstijging ook bijdragen aan de rZSS.

Derhalve is de gebruiksruimte voor menselijke belasting (bestaande plus nieuwe velden) van het systeem voor het Pinkegat 6-x mm/jaar en voor de Zoutkamperlaag 5-x mm/jaar (gemiddeld over 19 jaar), waarin x de autonome component van de rZSS voorstelt. Autonome bodemdaling en zeespiegelstijging worden momenteel samen op circa 2,5 mm per jaar geschat; het verschil, circa 3,5 (Pinkegat) respectievelijk 2,5 mm/jaar (Zoutkamperlaag) zou bij de huidige zeespiegelstijging beschikbaar zijn als gebruiksruimte voor de som van bestaande en toekomstige gaswinning en eventuele andere ingrepen. Voor een veilige beheersing van het gebruik op lange termijn moet echter rekening gehouden worden met een toename van de rZSS door klimaatsverandering, waardoor de veilige gebruiksruimte zal krimpen. Voor de initiatiefnemer is de gebruiksruimte beschikbaar volgens het recept zoals gegeven in paragraaf 4.7.

Bij de bepaling van de gebruiksruimte om het project te kunnen beoordelen is gebruik gemaakt van het volgende zeespiegelstijgingstraject: In 2007 een zeespiegelstijgsnelheid van 2,484 mm/jaar en daarbij tot eind 2010 een zeespiegelstijgingsversnelling van 0,018 mm/jaar*jaar. Momenteel kan nog geen voldoende betrouwbare voorspelling worden gegeven van wat de zeespiegelstijging zal gaan doen vanaf 2011. Voor de ontwikkeling van de winningsplannen wordt vooralsnog het gematigd hoge scenario van 85 cm in honderd jaar met een lineaire versnelling van 0,119 mm/jaar*jaar vanaf 1 jan. 2011 aangegeven als richtscenario. Voor 2011 zal er een herevaluatie over de verwachte hoge zeespiegelstijgingscenarios dienen plaats te vinden door de Rijksoverheid. Daarbij dienen de nieuwe gegevens -die momenteel nog niet beschikbaar zijn (nieuwe zeespiegelstijgingscenarios van IPCC (in 2007), KNMI (in 2006) en Rijksoverheden tussen 2006-2010)- te worden meegewogen om een verantwoorde keuze te maken voor het vanaf dan te kiezen limiterende zeespiegelstijgingsscenario. E.e.a. kan dan ook leiden tot een bijstelling van het winningsplan.

Het Rijk wil bij het besluit tot voorgenomen gaswinning zeker stellen dat de veilige gebruiksruimte niet wordt overschreden. Bij de uitwerking van het besluit in de vergunningverlening wordt beoordeeld of het voorgenomen winningsplan volgens de huidige inzichten binnen de veilige gebruiksruimte uitvoerbaar is. Gezien de mogelijke veranderingen in de bijdrage van autonome bodemdaling en zeespiegelstijging aan de rZSS wordt bij de vergunningverlening op basis van de Mijnbouwwet opgenomen dat de gebruiksruimte voor gaswinning kan worden herzien naar aanleiding van een evaluatie, in beginsel voor het eerst in 2011 en vervolgens in een regelmatige cyclus van 5-6 jaar.

Bij de bepaling van de gebruiksruimte is in aanmerking genomen dat het zandaanbod van de Noordzeekustzone afkomstig is (zie verder onder suppleties).

2. Dalingssnelheden begrensd in winningsplan

De initiatiefnemer dient ten behoeve van de vergunningverlening volgens de Mijnbouwwet en de vaststelling van het winningsplan door de Minister van Economische Zaken aan te tonen hoe de winning met het winningsplan, binnen de gestelde (rand-)voorwaarden, zal worden uitgevoerd. Hierbij zal bewaakt worden dat het productieprofiel door de initiatiefnemer zodanig wordt gekozen, bewaakt en

indien nodig bijgesteld, dat de prognoses van de bodemdaling per kombergingsgebied binnen de gestelde grenzen van de gebruiksruimte zullen blijven. De initiatiefnemer kan i.v.m. de mogelijkheid van bijsturen van de winning uitgaan van de verwachtingswaarden, zonder de extra onzekerheidsband mee te nemen. De initiatiefnemer dient aan te tonen dat in het geval van een extreem rZSS scenario (versnelling overeenkomend met 110 cm per 100 jaar) de dalingssnelheden binnen de gebruiksruimte zullen blijven door bijsturing van de productie.

3. Beschrijving meettechnieken in meetplan (Mijnbouwbesluit, art. 30, 31)
Met de meetresultaten volgens het meetplan moeten de randvoorwaarden van het winningplan met betrekking tot de grenzen voor de gemiddelde dalingssnelheden aantoonbaar gehandhaafd kunnen worden. De initiatiefnemer beschrijft in het meetplan de meettechnieken, de plaats en de frequentie van de metingen, waarmee op voldoende nauwkeurige en betrouwbare wijze de dalingssnelheden bij de diepste punten en de vorm van de bodemdalingschotel vastgesteld kunnen worden. Het meetplan wordt jaarlijks geactualiseerd en behoeft de instemming van de Minister van Economische Zaken. Staatstoezicht op de Mijnen is daarbij de instantie die toezicht houdt op de uitvoering van het meetplan.

4. Maatregelen om bodembeweging te voorkomen en of te beperken
Het winningsplan bevat een beschrijving van de te nemen maatregelen om bodembeweging te voorkomen of te beperken (Mijnbouwbesluit artikel 24, lid1, onder r). De initiatiefnemer werkt in detail uit hoe de jaarlijkse volumetoename, ofwel de gemiddelde dalingssnelheid per kombergingsgebied, wordt vastgesteld en wat daarbij de nauwkeurigheid is. De initiatiefnemer vergelijkt de gemiddelde daling met de vastgestelde grenzen voor de dalingssnelheden en beschrijft hoe het productieprofiel van de betreffende velden bij benadering van de grenzen aangepast zal worden. De initiatiefnemer moet in haar (jaarlijkse) rapportage aantonen dat de werkelijke bodemdaling binnen de vastgestelde grenzen van de gebruiksruimte gebleven is en zal blijven. De verantwoording voor deze meet- en regelcyclus ligt bij de initiatiefnemer en wordt als nadere uitwerking van art. 24, lid 1, onder r (Mijnbouwbesluit) in een protocol vastgelegd. Toezichthouder is Staatstoezicht op de Mijnen. Aanpassing van de productie kan ook direct op aanwijzing van het bevoegd gezag, de minister van Economische Zaken, plaatsvinden.

5. Bewaking met monitoringsplan
Een breed monitoringsplan wordt opgezet waarmee zowel de bodemhoogte (maaiveld) als de natuureffecten worden gevolgd, zodanig in meetfrequentie en dekking dat daarmee vastgesteld kan worden of er dreiging is van aantasting van de natuurlijke kenmerken van het gebied door de gaswinning alleen of door cumulatie van de invloed van gaswinning met andere invloeden. Dit monitoringsplan wordt opgesteld als een van de randvoorwaarden in het kader van de vergunningverlening op grond van de Natuurbeschermingswet 1998. In het monitoringsplan wordt de monitoring van de sedimentatie en biotische factoren uitgewerkt. De initiatiefnemer moet op basis van de monitoringgegevens, na analyse door onafhankelijke deskundigen en ook op aanwijzing van het bevoegd gezag indien nodig de productie bijsturen. LNV is bevoegd gezag betreffende de vaststelling en de handhaving van dit monitoringsplan. Het gehele bewakingssysteem is tegelijkertijd ook een invulling van artikel 24.1 s (Mijnbouwbesluit), maatregelen om schade door bodembeweging te voorkomen en te beperken.

6. Kustsuppleties ter aanvulling zandverlies
Het huidige kustbeleid (Wet op de Waterkering, art. 10: 1-2; 3e Kustnota) is gericht op het in stand houden van de veiligheid, de zandvoorraad in de Noordzeekustzone en, indirect, op het handhaven van natuurwaarden. Dit wordt langs de Waddeneilanden

vooral bereikt door de zandverliezen in het kustfundament aan te vullen met suppleties en zo de kust op haar plaats te houden. Bodemdaling in het Waddengebied leidt op termijn tot extra zandonttrekking uit de Noordzeekustzone (het kustfundament): elke kubieke meter bodemdaling in het Waddengebied leidt uiteindelijk tot één extra kubieke meter zandonttrekking[24]. Een randvoorwaarde ter voorkoming van aantasting van de natuurwaarden van VHR-gebieden voor de winning is dan ook dat het zandverlies van tevoren wordt aangevuld middels suppleties, bij voorkeur in te passen in bestaande suppletieprogramma's en bij te sturen op basis van de daadwerkelijk opgetreden bodemdaling.

[24] Met verwaarlozing van het (geringe) slibgehalte van de Waddenzeebodem.

BRONVERMELDING

Beets, D.J. & Van der Spek, A.J.F., 1996: Development of the Dutch Coastal Plain during the Holocene; relation to sea-level rise and subsurface geology. In: Proceedings of the symposium: Effects of future sea-level rise and subsidence on the Wadden Sea tidal system; Sediment dynamics and biology; what do(n't) we know? p. 15-21.

Beets, D.J., Van der Spek, A.J.F. & Van der Valk, L., 1994: Holocene ontwikkeling van de Nederlandse kust. RGD rapport 40.016 - Projekt Kustgenese. Haarlem, Rijks Geologische Dienst, Hoofdafdeling Ondiepe Ondergrond, 53 pp.

Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland, 2000. Monitoring van effecten van bodemdaling op Ameland-Oost.

Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland, 2005: Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost, evalutatie na 18 jaar gaswinnning.

Bonekamp, H., H. Ridderinkhof, D. Roelvink and A. Luijendijk, 2002. Sediment Transport in the Texel Tidal Inlet due to Tidal Asymmetries. Proceedings International Conference on Coastal Engineering 2002, pp 2813- 2823.

Church, J.A., White, N.J., Coleman, R., Lambeck, K. & Mitrovica, J.X., 2004: Estimates of the regional distribution of sea level rise over the 1950 to 2000 period, J. Climat. 17, 2609-2625.

Church, J.A. & White, N.J., subm., 2005: a recent acceleration in global sea-level rise. Geophys. Res. Let., submitted.

Cleveringa, J., S. Mulder & A.P. Oost, 2004: Kustverdediging van de koppen van de Waddeneilanden : de dynamiek van de kust nabij buitendelta's en passende maatregelen voor het kustbeheer, 69 pag. Rijkswaterstaat RIKZ/2004.017.

De Boer, M., 1979: Morfologisch onderzoek Ameland. Verslag van het onderzoek op het Amelander Wantij in 1973. Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, District kust en zee, Studiedienst Hoorn, Nota WWKZ-79.H005.

Dekker, S.M., L.J. Brinkhorst & C.P. Veerman, 2004, Kabinetsreactie op het advies van de Adviesgroep Waddenzeebeleid.

Dronkers, J., 1986: Tidal asymmetry and estuarine morphology. Netherl. J. Sea Res., 20: 117-131.

Duits, M.T., 2005: Toets- en rekenpeilen 2011. Nederlandse kust en estuaria. DHV-rapport PR940, opdrachtgever: RWS-RIKZ, 68 pp.

Ehlers, J., 1988: Morphodynamics of the Wadden Sea. 397 pp.; Rotterdam (Balkema).

Elias, E. 2006. Impact of Back-Barrier Changes on Ebb- Tidal Delta Evolution. J. of Coastal Research. In press.

Eysink, W.D., 1979: Morfologie van de Waddenzee, gevolgen van zand- en schelpenwinning, verslag literatuuronderzoek. Waterl. Lab., Rep. R-1336: 92 pp.

Eysink, W.D., 1993a. Bodemdaling door gaswinning in de Waddenzee, Effekten op zandhonger en platen volgens berekeningen met het Morfologisch Responsie-Model MORRES, Bijlage 7 in Oost, A.P. en Dijkema, K.S. (1993), IBN-DLO-rapport 025, ISSN 0928-6888, WL kenmerk H1948, augustus 1993.

Eysink, W.D., 1993b. ISOS*2 Project, Phase 4. Impact of sea-level rise on the morphology of the Wadden Sea in the scope of its ecological function, General considerations on hydraulic conditions, sediment transports, sand balance, bed composition and impact of sea-level rise on tidal flats, DELFT HYDRAULICS, H1300, July 1993.

Eysink, W.D., 1993c: Impact of sea-level rise on the morphology of the Wadden Sea within the scope of its ecological function. General considerations on hydraulic conditions, sediment transports, sand balance, bed composition and impact of sea-level rise on tidal flats. Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren, ISOS*2 Proj., Phase 4: 35 pp.

Eysink, W.D., 1994: Kompensatie bodemdaling door gaswinning in de Waddenzee en aangrenzende Noordzee, Rapport WL H 2028, 18 pp.

Gerritsen, F. 1997: Voorstudie naar een vakindeling van de zandbalans van het zeegat van Texel inclusief buitendelta en kombergingsgebied door middel van een tijdschalen analyse, 31 pp. Int. rep. RWS/RIKZ

Grolle, L., 2001. Hydrologische en Morfologische Ontwikkeling Platen en Geulen Balgzand. Van verleden tot toekomst?. Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) werkdocument.

Hoeksema, H.J., Mulder, H.P.J., Rommel, M.C., de Ronde, J.G. & de Vlas, J., 2004. Bodemdalingstudie Waddenzee 2004: Vragen en onzekerheden opnieuw beschouwd. RIKZ-rapport 2004-025. 67 p. + bijlagen.

IPCC TAR-rapport, 2001: Climate change 2001: Synthesis Report. R.T. Watson e.a. eds. A contribution of Working Groups I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge U. Press, New York, 398 pp.

Janssen G.M. & S. Mulder, 2004:De ecologie van de zandige kust van Nederland; Inventarisatie van het macrobenthos van strand en brandingszone, RWS RIKZ / 2004.033

Jeuken, M.C.J.L., Z.B.Wang, D.Keiller, I. Townsend and G.A.Liek, 2003. Morphological Response of Estuaries to Nodal Tide Variation. Proceedings of the International Conference on Estuaries and Coasts (ICEC-2003), Hangzhou,China.

Kaye, C.A. & Stuckey, G.W., 1973: Nodal tidal cycle of 18.6 yr: its importance in sea-level curves of the east coast of the United States and its value in explaining long-term sea-level changes. Geology, 1, 141-144.

Kohsiek, L.H.M., 1984: De korrelgrootte karakteristiek van de zeereep (stuifdijk) langs de Nederlandse kust, *RWS*.

Levitius, S., Antonov, J.I., & Boyer, T.P., 2005: Warming of the World Ocean, 1955-2003: Geophys. Res. Let., 32, L02604, doi:10.1029/2004GL021592.

Ligtendag, W.A., 1991: Oude kaarten als kenbron voor verleden en toekomst. Historisch-Geografisch Tijdschrift, 3, 77-87.

Luck, G., 1976: Inlet changes of the East Frisian Islands. Proc. 15th Conf. Coastal Eng., Am. Soc. Civ. Eng., Honolulu, 1938-1957.

Marchuk, G.I. & Kagan, B.A., 1989: Dynamics of Ocean Tides. Kluwer, Dordrecht, 327 p.

Meijer, W. (voorzitter), P.C. Lodders-Elfferich, L.M.L.H.A. Hermans , 2004:Ruimte voor de Wadden, Eindrapport adviesgroep Waddenzeebeleid.

Nichols, M.J., 1989: Sediment accumulation rates and relative sea-level rise in lagoons. Mar. Geol., 88: 201-220.

Oost, A.P., 1995: Dynamics and sedimentary development of the Dutch Wadden Sea with emphasis on the Frisian Inlet; a study of the barrier islands, ebb-tidal deltas and drainage basins. Thesis, Utrecht, Geologica Ultraiectina, 126, 518 pp.

Oost, A.P. & de Haas, H., 1992: Het Friesche Zeegat, morfologisch-sedimentologische veranderingen in de periode 1970-1987, een getijde inlet systeem uit evenwicht, Deel 1 & 2. Rep. Fac. Earth Sci., Univ. Utrecht, Coastal Genesis: 68 pp.

Oost, A.P. & de Haas, H., 1993: Het Friesche Zeegat. Morfologisch-Sedimentologische veranderingen in de periode 1927-1970, Deel 1 & 2. Rep. Fac. Earth Sci., Univ. Utrecht, Coastal Genesis: 83 pp.

Oost, A.P., De Haas, H., Ijnsen, F., van den Boogert, J.M. & de Boer, P.L., 1993: The 18.6 year nodal cycle and its impact on tidal sedimentation. Sedimentary Geology, 87, 1-11.

Oost, A.P., Ens, B.J., Brinkman, A.G., Dijkema, K.S, Eysink, W.D., Beukema, J.J., Gussinklo, H.J., Verboom, B.M.J. & Verburgh, J.J., 1998. Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee. Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V., Assen. 372 p.

Postma, H. 1967. Sediment Transport and Sedimentation in the Marine Environment. In: Lauff, G.H. (Ed), Estuaries. Amer. Assoc. .Adv. Sc. Publ, 83, Washington DC, pp 158-179

Pugh, D.T., 1987: Tides, surges and mean sea-level. Wiley, Chichester, 472 p.

Rakhorst, H.D. & Van der Goes, E.R.F., 1978; Invloed zandwinning Kikkergat op bodemligging aangrenzende platen, RWS, Studiedienst Hoorn, Notitie 78H246.

Rijkswaterstaat, 1978: Hydrografisch-sedimentologisch onderzoek met betrekking tot de winning van zand in de Waddenzee c.a., Werkgroep I, Onderzoek Zandwinning Waddenzee, Interim rapport, 1978.

Rijkswaterstaat, 1981: Zandwinning in de Waddenzee, resulaten van een hydrografisch-sedimentologisch onderzoek, Werkgroep 1, 48 pp.

Rijkswaterstaat, 2000: 3e Kustnota, Traditie, trends en toekomst, RWS Den Haag.

RWS/RIKZ, 2005: Het Waddenzeegebied in perspectief, Passende Beoordeling Waddenzeegebied in het kader van de PKB+ van het Project Mainport ontwikkeling Rotterdam: Maasvlakte 2

Sha, L.P., 1990: Sedimentological studies of the ebb-tidal deltas along the West Frisian Islands, the Netherlands. Ph.D.-Thesis. Geologica Ultraiectina. Mededelingen van het Instituut voor Aardwetenschappen der Rijksuniversiteit te Utrecht, 64: 159 pp.

Sha, L.P., 1992: Geological Research in the Ebb-Tidal Delta of 'Het Friesche Zeegat', Wadden Sea, The Netherlands. State Geol. Survey-Proj. 40010: 20 pp.

Stam, J.M. 1997: Pers. Comm..

Stright, D.H., jr., A. Settari, D.A. Walters, K. Aziz, 2005: Characterization of the Pliocene gasresevoir aquifers for predicting subsidence on the Ravenna coast. Spec. Col. SISOLS2005, Millpress Rotterdam, p. 19-34.

Terwindt, J.H.J. & van Rijn, L.C.,1997: Versteiling zeebodem Kustzone (notitie naar aanleiding van diskussies workshop "versteiling"). Fysische Geografie, 13 pp.

van den Berg, J.H., 1986: Aspects of sediment- and morphodynamics of subtidal deposits of the Oosterschelde (The Netherlands). Rijkswaterstaat Commun., 43; The Hague

van de Kreeke , J. en D.W. Dunsbergen, 2000. Tidal Asymmetry and Sediment Transport in the Frisian Inlet. In: Yanagi.T, (Ed.), Interactions between Estuaries, Coastal Seas and Shelf Seas. Terra Scientific Publishing Company, Tokyo. pp 139-159.

Van der Molen, J., 2002. The influence of tides, wind and waves on the net sand transport in the North Sea. Cont. Shelf Res., 22, 2739-2762.

Van der Molen, J. & de Swart, H.E., 2001. Holocene tidal conditions and tide induced sand transport in the southern North Sea. Journal of Geop. Res., 106, C5, 9339-9362.

Van der Spek, A.J., 1994: Large-scale evolution of Holocene tidal basins in the Netherlands. PhD-thesis, Univ, of Utrecht, 191 pp.

Veenstra, H.J. & Winkelmolen, A.M., 1976: Size, shape and density sorting around two barrier islands along the north coast of Holland. Geol. en Mijnb., 55: 87-104.

Wang, Z.B. & W.D. Eysink, 2005. Abiotische Effecten van Bodemdaling in de Waddenzee door Gaswinning. WL Delft Rapport Z3995 versie juli 2005.

Wang, Z. B. & A. Van der Weck, 2002. Sea-level Rise and Morphological Development in the Wadden Sea. WL Delft Report.

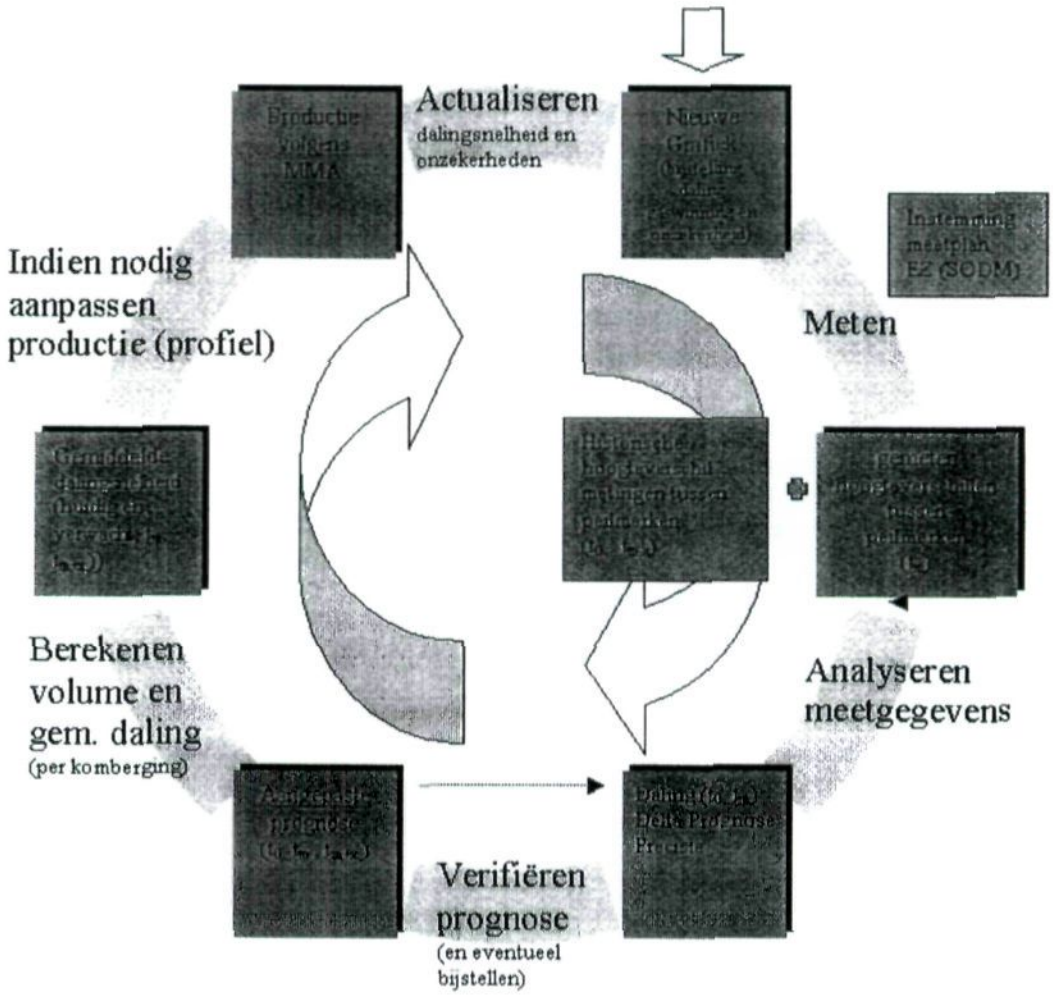
Watson R.T. e.a. eds., 2001: Climate change 2001: Synthesis Report. A contribution of Working Groups I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge U. Press, New York, 398 pp.

White, N.J., Church, J.A. & Gregory, J.M., 2005: Coastal and global averaged sea level rise for 1950 to 2000. Geophys. Res. Let., 32(1), L01601, doi:10.1029/2004GL021391.

BIJLAGE D. MEET- EN REGELPROTOCOL

Uitgangspunt van het meet- en regelprotocol is dat de gemiddelde bodemdalingsnelheid beneden de vastgelegde randvoorwaarde van het betreffende kombergingsgebied blijft. Het meet- en regelprotocol zoals voorgesteld door NAM is schematisch weergegeven in onderstaande figuur.

Meet en
Regelprotocol



BIJLAGE E. RELEVANTE ARTIKELEN UIT DE MIJNBOUWWET/ HET MIJNBOUWBESLUIT

Artikel 24, Winningsplan

1. Het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet voor de winning van koolwaterstoffen bevat:

a. een beschrijving van de verwachte hoeveelheid en de samenstelling van de aanwezige koolwaterstoffen, onderverdeeld naar reservoirlaag en reservoircompartiment;

b. *een opgaaf van de gegevens met betrekking tot de structuur van het* voorkomen, onderverdeeld naar reservoirlaag en reservoircompartiment, met bijbehorende geologische, geofysische en petrofysische studies en de daarbij gehanteerde onzekerheidsanalyses;

c. een beschrijving van de wijze van de winning;

d. een beschrijving van het mijnbouwwerk en de ligging ervan;

e. een opgaaf van het aantal boorgaten dat bij de winning wordt gebruikt;

f. een opgaaf van de volgorde en het tijdsbestek van het maken van de boorgaten;

g. een opgaaf van de ligging, lengte en diameter van de verbuizing van de boorgaten;

h. een opgaaf van de plaats en wijze waarop de koolwaterstoffen in de verbuizing treden;

i. een opgaaf van de samenstelling en hoeveelheden van de stoffen, die jaarlijks onvermijdelijk bij de winning van koolwaterstoffen meekomen;

j. een opgaaf van de hoeveelheden gewonnen koolwaterstoffen die jaarlijks bij de winning wordt gebruikt, afgeblazen of afgefakkeld;

k. een opgaaf van de samenstelling en hoeveelheden delfstoffen en *andere stoffen die jaarlijks bij de winning in de ondergrond worden* teruggebracht;

l. een opgaaf van de jaarlijkse kosten van de winning, onderverdeeld in kosten voor investeringen, onderhoud en bedrijfsvoering;

m. een kaart met daarop de contouren van de verwachte uiteindelijke mate van bodemdaling;

n. een overzicht met het verloop van de verwachte mate van bodemdaling in de tijd;

o. een opgaaf van de onzekerheid omtrent de verwachte mate van bodemdaling als bedoeld in de onderdelen m en n;

p. een risico-analyse omtrent bodemtrillingen als gevolg van de winning;

q. een beschrijving van de mogelijke omvang en verwachte aard van de schade door bodembeweging;

r. een beschrijving van de maatregelen die worden genomen om bodembeweging te voorkomen of te beperken, en

s. een beschrijving van de maatregelen die worden genomen om schade door bodembeweging te voorkomen of te beperken.

De onderdelen m tot en met s zijn niet van toepassing op voorkomens die gelegen zijn aan de zeezijde van de lijn die in de bijlage bij de wet is *vastgelegd*.

2. In het winningsplan, bedoeld in het eerste lid, wordt per onderdeel toegelicht welke overwegingen bij de gemaakte keuze van belang zijn geweest, voor zover relevant.

Artikel 30, Meetplan
1. De uitvoerder verricht metingen naar bodembeweging ten gevolge van het winnen van delfstoffen of aardwarmte als bedoeld in artikel 41 van de wet. De metingen worden verricht overeenkomstig een meetplan.
2. De uitvoerder dient het meetplan in bij Onze Minister voor ieder voorkomen waaruit wordt gewonnen.
3. Het meetplan behoeft de instemming van Onze Minister alvorens met de winning wordt aangevangen.
4. Onze Minister beslist over het meetplan binnen acht weken na indiening ervan. De instemming is van rechtswege gegeven, indien Onze Minister niet binnen de instemmingstermijn een beslissing heeft genomen. De instemming van rechtswege wordt voor de mogelijkheid van bezwaar en beroep gelijkgesteld met een besluit als bedoeld in artikel 1:3, eerste lid, van de Algemene wet bestuursrecht.
5. Onze Minister kan de instemming onder beperkingen geven en aan zijn instemming voorschriften verbinden.
6. Het meetplan beslaat de termijn van de winning en de daarop volgende dertig jaren. De uitvoerder actualiseert het meetplan gedurende de periode van winning en de daarop volgende vijf jaren jaarlijks en verstrekt daarvan afschrift aan Onze Minister. Onze Minister kan de uitvoerder een aanwijzing geven over de tijdstippen waarop en de plaatsen waar gemeten wordt.
7. Het meetplan bevat tenminste een beschrijving van:
a. de tijdstippen waarop de metingen worden verricht;
b. de plaatsen waar gemeten wordt, en
c. de meetmethoden.
8. Een van de tijdstippen, bedoeld in het zevende lid, onderdeel a, ligt voor de aanvang van de winning.
9. Bij ministeriële regeling kunnen nadere regels worden gesteld over het meetplan.

Artikel 31
1. De uitvoerder draagt ervoor zorg dat de metingen op een zorgvuldige en betrouwbare wijze plaatsvinden.
2. De uitvoerder overlegt de resultaten van de eerste meting, bedoeld in artikel 30, achtste lid, uiterlijk twee weken voor de aanvang van de winning aan de inspecteur-generaal der mijnen.
3. De uitvoerder overlegt de resultaten van de metingen twaalf weken na het verrichten van de metingen aan de inspecteur-generaal der mijnen.
4. Bij ministeriële regeling kunnen nadere regels worden gesteld over de inhoud van en de wijze van verstrekking van de meetresultaten.