MER Aardgaswinning Waddenzeegebied vanaf locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen

januari 2006







NAM Bron van energie



Aardgaswinning Waddenzeegebied vanaf locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen



Initiatiefnemer
Nederlandse Aardolie Maatschappij BV
www.nam.nl

Correspondentieadres
Nederlandse Aardolie Maatschappij BV
t.a.v. Waddenzee vergunningen team
LSEP-E-L
Postbus 28000
9400 HH Assen

Datum
Assen, 5 januari 2006

Contactpersonen NAM
J.P. van de Water
Tel. 0592-362688
E-mail: pieter.vandewater@shell.com

voor mediazaken
R. Treur
Tel. 0592-368222
E-mail: reinier.treur@shell.com

Colofon
Het MER Aardgaswinning Waddenzeebied vanaf locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen is opgesteld door de Nederlandse Aardolie Maatschappij BV.

Aan dit MER is bijgedragen door de volgende bedrijven en instituten:
- Witteveen en Bos/Deventer en Berkenbosch en Koetsenruijter, Leiden
- Alterra, Texel
- WL | Delft Hydraulics, Delft
- Grontmij, Drachten
- Oranjewoud, Heerenveen
- Altenburg&Wymenga, Veenwouden
- Tebodin, Hengelo
- NAA Akoestisch adviesbureau, Assen
- Vectra group ltd

Foto's:	Sky Pictures
Illustraties:	Yucon/Utrecht
Topografische kaarten:	Topografische Dienst Emmen



Inhoud

Hoofdstukken

1 Inleiding

2 Productielocaties en transportleidingen: voorbereiding, bedrijfsvoering, ontmanteling

3 Het Waddensysteem (met inbegrip van de kwelders)

4 Inleiding

5 Productie met de hand aan de kraan: winnen, meten, monitoren

6 Effecten van gasproductie op het Waddenzeesysteem

7 Effecten productie op het Lauwersmeergebied

8 Leemten in kennis

9 Vervolg m.e.r. procedure en te nemen besluiten

Bijlagen

Bijlage 1 Kabinetsbrief: Waddenzeebeleid

Bijlage 2 Beschrijving voorgenomen activiteit

Bijlage 3 Beleids- en wettelijk kader gaswinning Waddenzeegebied vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen

Bijlage 4 Genomen besluiten in relatie tot opsporing en winning van gas in het Waddenzeebied vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen

Begrippenlijst Verklarende woordenlijst en gebruikte afkortingen





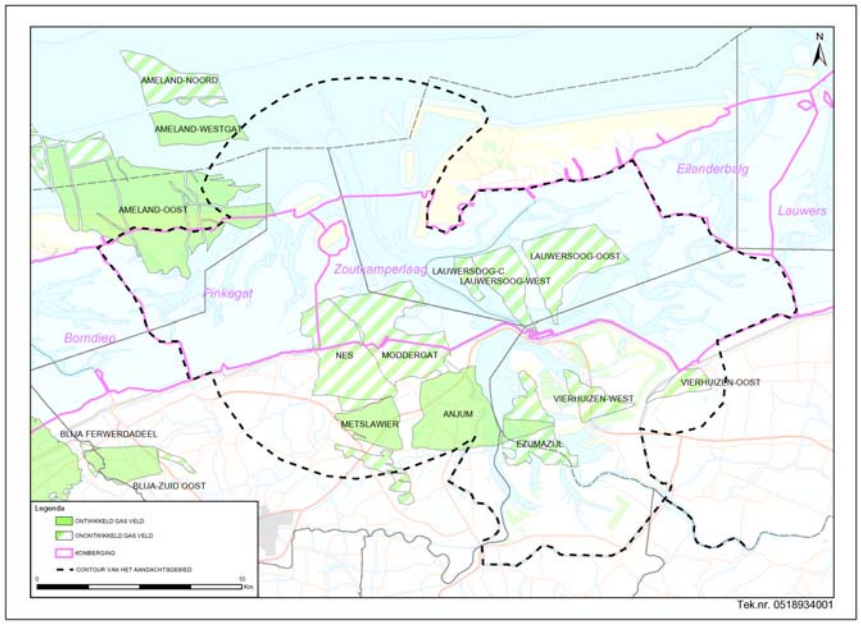
Inhoudsopgave

1 Inleiding 6
1.1 De voorgenomen activiteit in een notendop 6
1.2 Doel van de voorgenomen activiteit 7
1.3 Milieueffectrapportage voorafgaand aan de besluitvorming 7
1.4 Gaswinning: belang en beleid 8
1.5 Winnen ‘met de hand aan de kraan’ 11
1.5.1 Wettelijke kaders bij gaswinning 11
1.5.2 Het hand aan de kraan-principe 12
1.5.3 Toespitsing op gaswinning 13
1.5.4 Uitwerking van het hand aan de kraan-principe in dit MER 17
1.6 Opzet van dit MER en leeswijzer 19

1 Inleiding

1.1 De voorgenomen activiteit in een notendop

Midden jaren ’90 heeft de NAM via proefboringen vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen gas aangetoond in zes velden. Deze gasvelden liggen op een diepte van circa 3 kilometer en maken deel uit van de vigerende winningsvergunningen ‘Noord-Friesland’, ‘Groningen’ en ‘De Marne’ (zie toelichting in 1.3). De velden liggen geheel of gedeeltelijk onder de Waddenzee, ten noorden van het Lauwersmeer, in het noordoosten van Friesland en het noordwesten van Groningen en onder het Lauwersmeer zelf.



Figuur 1.1 Overzicht studiegebied met producerende en beoogde nieuwe velden.

De vergunningen voor de proefboringen zijn begin jaren ’90 verleend. De velden Nes en Moddergat zijn in 1994 aangeboord vanaf de locatie Moddergat. In 1995/1996 zijn de velden Lauwersoog C, Lauwersoog West en Lauwersoog Oost aangeboord vanaf de locatie Lauwersoog, en het veld Vierhuizen Oost vanaf de locatie Vierhuizen. Na de proefboringen zijn de exploratieputten geconserveerd met het oog op toekomstige productie. In bedrijfstermen heet dit “veiliggesteld”. Het veld Vierhuizen West wordt niet aangesloten.

Lange tijd waren er resterende onzekerheden over mogelijk negatieve gevolgen voor de Waddenzee. Die onzekerheden zijn inmiddels weggenomen. De NAM kan nu verder met haar plan om het gas te gaan winnen.

Het streven is begin 2007 te starten met de winning vanaf de locatie Moddergat van het gas uit de velden Nes en Moddergat. Begin 2008 volgt de start van de gaswinning vanaf de locatie Vierhuizen uit het veld Vierhuizen Oost. De gaswinning uit de drie Lauwersoogvelden vanaf de locatie Lauwersoog kan eind 2008 van start gaan.

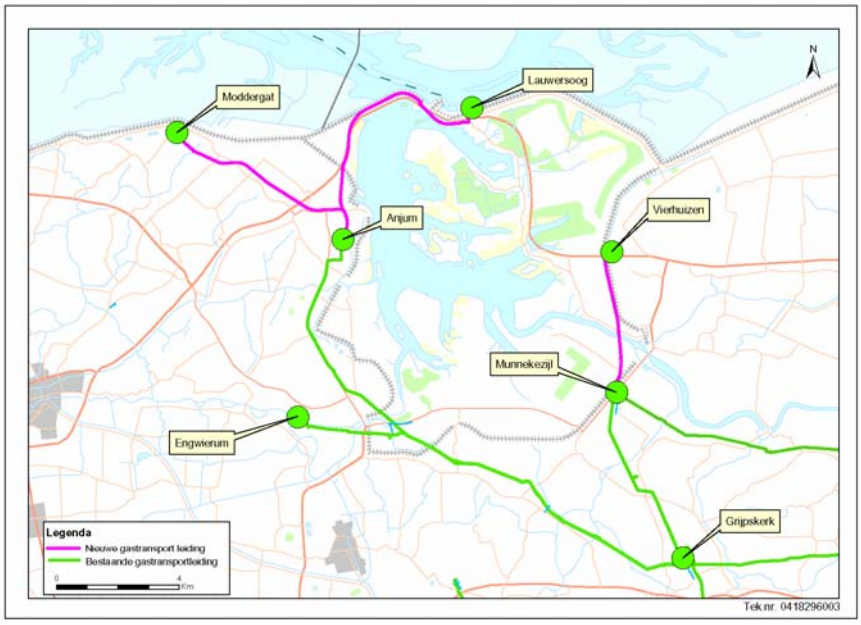
Voordat de productie begint, zijn verschillende voorbereidende werkzaamheden nodig. Zo moeten de na de proefboringen veiliggestelde putten eerst door middel van een groot onderhoud – een zogenoemde *work-over* – worden gecontroleerd en aangepast. Hierbij wordt de verbuizing vervangen. Zonodig worden reparaties uitgevoerd. Een work-over neemt ongeveer 4 weken in beslag. Tijdens de werkzaamheden kan blijken dat het noodzakelijk is het onderste deel van de put opnieuw uit te boren. Dat gebeurt door middel van een zogenaamde *side-track*. De werkzaamheden duren dan, afhankelijk van de lengte van de side-track, circa 12 weken. Gelet op het gewicht van de buizen en de lengte van de put is hiervoor een volwaardige boorinstallatie noodzakelijk. 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.

Er is voorzien dat enkele jaren na de start van de productie – rond 2010 – een nieuwe put geboord gaat worden naar het veld Moddergat vanaf de locatie Moddergat.

Naast de werkzaamheden op de locaties moeten er ondergrondse gastransportleidingen worden aangelegd van deze locaties naar de dichtstbijzijnde gasbehandelingsinstallatie (figuur 1.2). Het gaat om lokale, geïsoleerde transportleidingen met diameters tussen de 20 en 40 cm.

De locaties Lauwersoog en Moddergat worden via de transportleidingen van respectievelijk 8,7 en 7,4 km lengte aangesloten op de bestaande gasbehandelingsinstallatie te Anjum. De locatie Vierhuizen wordt via een nieuwe leiding van 5,3 km verbonden met de locatie Munnekezijl. Vanaf daar gaat het gas via de bestaande transportleiding naar de gasbehandelingsinstallatie te Grijpskerk. De gasbehandeling kan plaatsvinden binnen de bestaande behandelingscapaciteit van de installaties.Vanuit Anjum en Grijpskerk wordt het gas geleverd aan de Gasunie.



Figuur 1.2 Winning- en behandelings-locaties en bijbehorende tracés.

De productieperiode voor de zes velden duurt tot uiterlijk 2040. Daarna worden de voorzieningen ontmanteld ('geabandonneerd'). Daarbij worden de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen zodanig afgewerkt dat ze een nieuwe bestemming kunnen krijgen. Te zijner tijd wordt de werkwijze bij de ontmanteling vastgelegd via aparte vergunningen en in nauw overleg met de betrokkenen.

1.2 Doel van de voorgenomen activiteit

Het doel van de voorgenomen activiteit is aardgaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen ter continuering van het kleine-veldenbeleid, waarbij de winning plaatsvindt volgens het principe van 'hand aan de kraan'. Dit is verder uitgewerkt in hoofdstuk 5 van het MER en het winningsplan.

1.3 Milieueffectrapportage voorafgaand aan de besluitvorming

De voorbereidende werkzaamheden en de gaswinning zelf vormen de kern van de voorgenomen activiteit. Om de voorgenomen activiteit te kunnen realiseren, heeft de

NAM meer dan 30 vergunningen en andere overheidsbesluiten nodig. Daarover moet besluitvorming plaatsvinden door verschillende overheidsinstanties. **Hoofdstuk 9** bevat een overzicht van de te nemen besluiten en laat zien welke overheidsinstantie als bevoegd gezag voor welk besluit verantwoordelijk is. Tevens bevat **hoofdstuk 9** een overzicht van relevante (beleids)plannen van de betreffende overheidsinstanties.

Wanneer er voor de realisatie van een voorgenomen activiteit tegelijkertijd verschillende besluiten van verschillende overheidsinstanties nodig zijn, kan een van deze instanties als 'coördinerend bevoegd gezag' optreden. Dit is gebruikelijk in m.e.r.-procedures met complexe besluitvorming. Op dit project is de Rijksprojectenprocedure van toepassing verklaard. Die zorgt ervoor dat er een goede coördinatie, stroomlijning en afstemming in de tijd plaatsvindt van alle te nemen besluiten. De eindverantwoordelijkheid daarvoor ligt bij de minister van Economische Zaken, die in dit geval in het kader van de Rijksprojectenprocedure is aangewezen als 'projectminister'.

Een belangrijk element in de procedure is de wettelijk verplichte milieueffectrapportage die aan de besluitvorming voorafgaat. Zo'n milieueffectrapportage biedt de beslissingsbevoegde overheidsinstanties de zekerheid dat zij vooraf alle informatie aangereikt krijgen die zij nodig hebben om het milieubelang volwaardig te kunnen meewegen bij de besluitvorming. De regeling voor milieueffectrapportage is opgenomen in de Wet milieubeheer en bevat verschillende elementen om de kwaliteit van de milieu-informatie te waarborgen.

De milieueffectrapportage is in januari 2005 gestart met de publicatie van een startnotitie. Daarin heeft de NAM de voorgenomen activiteit beschreven en een voorstel gepresenteerd voor de inhoudsafbakening van het te verrichten onderzoek naar de milieueffecten. Daarna heeft inspraak plaatsgevonden en heeft de onafhankelijke Commissie voor de milieueffectrapportage een advies uitgebracht over 'Richtlijnen voor de inhoud van het milieueffectrapport'. Op basis van dit advies en de inspraakreacties heeft de minister van Economische Zaken op 13 mei 2005 de definitieve richtlijnen vastgesteld.

Als initiatiefnemer van de gaswinning is de NAM ervoor verantwoordelijk dat – met de richtlijnen als uitgangspunt – de relevante milieu-informatie beschikbaar komt in een milieueffectrapport, een MER. Het MER bestaat uit een hoofdrapport (het rapport dat nu voor u ligt) en een aantal meer specialistische bijdragen. Tijdens een inspraakronde kan iedereen op het MER reageren. Bovendien toetst de Commissie voor de milieueffectrapportage – mede op basis van de inspraak – of de informatie in het MER correct is en of er ook voldoende informatie is om het milieubelang volwaardig in de afwegingen te kunnen meenemen. Pas daarna vindt de besluitvorming plaats.

1.4 Gaswinning: belang en beleid

Het kleine-veldenbeleid
Toen het Groningenveld in 1959 ontdekt werd, waren er hooggespannen verwachtingen over de inzetbaarheid van kernenergie. Het vermoeden was dat omstreeks het jaar 2000 kernenergie goedkoper zou kunnen zijn dan energie uit fossiele brandstoffen. De inzet van het beleid in de zestiger jaren was dan ook om het gas uit het Groningenveld snel te winnen, in 30 tot 35 jaar, omdat er daarna wellicht geen markt meer voor zou zijn.

De oliecrisis in de jaren zeventig, samen met de toen inmiddels toegenomen scepsis over de perspectieven voor kernenergie, leidden tot een koerswijziging. Dit resulteerde in het kleine-veldenbeleid: het winnen van gas uit kleine velden kreeg voorrang boven gaswinning uit het Groningenveld zelf. Het streven werd – en dat is het nog steeds – om zo zuinig mogelijk om te springen met het gas uit het Groningenveld, zodat dit veld zo lang mogelijk een 'balansfunctie' kan vervullen. Deze balansfunctie houdt in dat het Groningenveld als een soort grote voorraadschuur flexibel kan worden ingezet om de verschillen – per jaar, per seizoen en zelfs per dag – in vraag en aanbod op te vangen. Het kleine-veldengas vormt de continue basis, hoe groot of klein de vraag op een willekeurig moment ook is. Het aanbod van kleine-veldengas is in geen enkele situatie toereikend om aan de vraag te voldoen, maar het Groningenveld kan steevast

bijspringen: bij een piekvraag gaat de kraan van het Groningenveld wijd open, bij een kleine vraag gaat deze kraan weer verder dicht. Op grond hiervan kan de Gasunie ook een innamegarantie geven aan de producenten van het kleine-veldengas. Daardoor hebben de mijnbouwmaatschappijen – lang voordat ze gaan winnen – de zekerheid dat ze hun gas tegen redelijke voorwaarden en een marktconforme prijs kunnen afzetten. Zonder zo'n garantie zou de productie van kleine-veldengas bedrijfseconomisch gezien veel risicovoller zijn en had het kleine-veldenbeleid nooit zo succesvol kunnen worden als het tot op de dag van vandaag is.

De hoeveelheid gas die in de loop der jaren in kleine velden is gevonden, heeft een volume ter grootte van ongeveer een half Groningenveld. Hiervan is evenwel zo'n 70% geproduceerd en de verwachting is dat binnen 5 à 10 jaar de productie uit de kleine velden die nu in gebruik zijn gehalveerd zal zijn. Dit betekent dat er op korte termijn voldoende nieuwe kleine velden in productie moeten komen. Als dit lukt, kan het Groningenveld nog circa 25 jaar zijn balansfunctie volhouden.

Het punt is nu dat een belangrijk deel van het totaal aan aangetoonde en vermoede reserves zich onder de Waddenzee bevindt. De zes aangetoonde gasvelden die de NAM vanaf 2007 in productie wil gaan nemen, maken daarvan deel uit. Het gaat hierbij om relatief grote "kleine velden", die op korte termijn een belangrijke rol kunnen spelen in het continueren van het kleine-veldenbeleid.

Economische en financiële betekenis van gaswinning voor Nederland
Dat Nederland een belangrijk gasland is, is te danken aan de ontdekking in 1959 van het 'Groningenveld': het grootste tot nu toe bekende gasveld in West-Europa. Sindsdien heeft aardgas zich ontwikkeld tot dé pijler voor de Nederlandse energievoorziening en is een substantiële olie- en gasindustrie opgebouwd, die in totaal aan meer dan 11.000 personen werkgelegenheid biedt. De betekenis van gaswinning voor de Nederlandse economie is aanzienlijk. Zo heeft door de jaren heen ook de schatkist van de gaswinning belangrijke inkomsten gehad. De opbrengsten die de winning van aardgas en aardolie uit Nederlandse concessies en vergunningen genereert, worden de 'aardgasbaten' genoemd. Het Rijk ontvangt 70 tot 80% van deze opbrengsten. De aardgasbaten voor het Rijk verschillen van jaar tot jaar, afhankelijk van de hoeveelheid gas die geproduceerd wordt en van de gasprijs, die gekoppeld is aan de olieprijs. Dankzij de hoge olie- en gasprijzen zijn de inkomsten voor het Rijk uit de gaswinning in de afgelopen twee jaar sterk gestegen, tot ongeveer 6,4 miljard euro in 2004.

Feiten en cijfers over de gaswinning in Nederland zijn te vinden in de jaarverslagen *Olie en Gas in Nederland* van het Ministerie van Economische Zaken [ref. 1.1]. Uit het meest recente jaarverslag – met de gegevens over 2004 – blijkt dat er op dit moment jaarlijks ca. 75 miljard m³ aardgas geproduceerd wordt uit de velden die zich bevinden in de diepe ondergrond van Nederland en het Nederlandse deel van het Continentaal Plat. De huidige Nederlandse aardgasvoorraad bedraagt circa 1572 miljard m³. Het Groningenveld bevat op dit moment nog 1172 miljard m³ gas. Daarnaast zijn er tientallen veel kleinere velden, die samen goed zijn voor 400 miljard m³. Het gaat hier om reserves die inmiddels zijn aangetoond. Verder zijn er nog velden die op basis van seismisch onderzoek verwacht worden, maar die nog niet met proefboringen zijn aangetoond. De geschatte inhoud van deze laatstgenoemde velden is 250 – 475 miljard m³. Het totaal van aangetoonde en nog niet aangetoonde reserves komt daarmee uit op ca. 1820 – 2050 miljard m³.

Het Nederlandse overheidsbeleid is erop gericht de gaswinning in de komende decennia voort te zetten en te stimuleren. Onder meer in een brief aan de Tweede Kamer (28 juni 2004) en in de Nota Ruimte geeft het kabinet aan dat opsporing, opslag en winning van aardgas van groot belang is voor de Nederlandse voorzieningszekerheid en voor de transitie naar een duurzame energiehuishouding. Om aan de toenemende vraag in Nederland, maar ook de rest van Europa, naar energie te voldoen, staan verschillende energiebronnen ter beschikking. Fossiele bronnen zullen de komende jaren hoe dan ook dominant blijven: naar verwachting heeft fossiele energie tot 2020 een aandeel van circa 90% in het totaal, aflopend naar circa 50 tot 60% in 2050. Aardgas zal binnen de fossiele bronnen een steeds belangrijkere plaats gaan innemen omdat het de schoonste fossiele

brandstof is en past in de overgangsfase naar een duurzame energievoorziening. In deze overgangsfase kan aardgas ingezet worden om duurzame energiebronnen – biomassa, zonne-energie, windenergie – aan te vullen totdat deze verder zijn ontwikkeld en hun aandeel in de energievoorziening is toegenomen. Om zo lang mogelijk te kunnen profiteren van de voordelen van het Nederlandse aardgas, zo heeft de minister van Economische Zaken in een brief (20 april 2005) aan de Tweede Kamer aangegeven, is het belangrijk binnen de geldende kaders zo veel mogelijk gas als economisch en milieutechnisch haalbaar is tot productie te brengen.

Winningsvergunningen/concessies
De overheid heeft verschillende instrumenten om de gaswinning in Nederland te reguleren en te sturen. Een daarvan is de winningsvergunning, tot 1 januari 2003 ook wel 'concessie' genoemd. De Nederlandse Staat neemt zelf deel in deze winningsvergunningen via Energie Beheer Nederland (EBN). Winningsvergunningen scheppen rechten en plichten over en weer. Met verlening van de winningsvergunningen verkrijgen de houders een recht op boren, eigendom van het aangetoonde aardgas en het recht op winnen van aardgas. De mijnbouwmaatschappijen hebben op hun beurt als houders van de winningsvergunningen de verplichting om gebruik maken van hun recht om aardgas te winnen. Daarmee is immers het algemene belang van de energievoorziening en de verwerving van aardgasbaten gediend.

In paragraaf 1.1 is al aangegeven dat de NAM houdster is van drie winnings-vergunningen (concessies) voor de winning van olie en gas in delen van de Noordzeekustzone en de Waddenzee:
- de winningsvergunningen 'Groningen', verleend in 1963 (NAM – operator, EBN);
- de winningsvergunningen 'Noord-Friesland', verleend in 1969 (NAM operator, EBN, Mobil);
- de winningsvergunningen 'De Marne', verleend in 1994 (NAM operator, EBN, Mobil).

De zes gasvelden die de NAM nu in productie wil gaan nemen, vallen onder het regime van deze winningsvergunningen. De voorgenomen activiteit borduurt daarmee dus voort op eerder overeengekomen rechten en plichten, en sluit tevens aan bij het algemene overheidsbeleid voor gaswinning zoals dat hierboven is beschreven. Belangrijk is dat de voorgenomen gaswinning ook wenselijk is in het licht van het kleine-veldenbeleid.

Bedrijfsvoering NAM
Gaswinning is de *core business* van de NAM. Voor de continuïteit van de bedrijfsvoering is het noodzakelijk nieuwe gasvelden tot ontwikkeling te brengen. In de werkzaamheden die tot nu toe op de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen zijn uitgevoerd – en dan met name de proefboringen – heeft de NAM aanzienlijke bedragen geïnvesteerd, in de verwachting een rendement op deze investeringen te genereren tijdens de exploitatiefase.

Adviesgroep Waddenzeebeleid: 'conclusies economie'
In 2003 heeft het kabinet een onafhankelijke adviescommissie geïnstalleerd: de Adviesgroep Waddenzeebeleid, bestaande uit W. Meijer (voorzitter), P.C. Lodders-Efferich en L.M.L.H.A. Hermans. De Adviesgroep Waddenzeebeleid werd verzocht het kabinet te adviseren 'over de onderwerpen gaswinning en schelpdiervisserij in relatie tot de natuur'. Het eindrapport van de Adviesgroep ("*Ruimte voor de Wadden*") verscheen in april 2004. In dit rapport wordt uitgebreid ingegaan op de effecten voor de natuur van gaswinning in de Waddenzee (zie ook paragraaf 1.4 van dit MER). De Adviesgroep besteedt in haar eindrapport ook ruime aandacht aan de economische betekenis van gaswinning in de Waddenzee. De conclusies op dit gebied zijn hieronder integraal weergegeven [Ruimte voor de Wadden, p55]:

"De Adviesgroep concludeert dat de veelgehoorde opvatting dat het waddengas voorlopig wel onder de grond kan blijven als 'appeltje voor de dorst' onjuist is. De kleine velden in en rond de Waddenzee kunnen rendabel worden gewonnen dankzij de bestaande infrastructuur (pijpen, compressie-installaties en dergelijke). Als nieuwe mogelijkheden voor investeringen uitblijven, zal de infrastructuur geleidelijk verouderen en uiteindelijk in een periode van nu tot ca. 10 jaar niet meer geschikt zijn voor winning van velden in de

Waddenzee. Dat betekent dat als zou worden besloten het gas 'voorlopig' te laten zitten, dit *de facto* een besluit is om het gas definitief te laten waar het is. Dit betekent dan tevens het einde van het kleineveldenbeleid voor wat betreft de Waddenzee. De Adviesgroep acht, mede gelet op de achteruitgang van het investeringsklimaat in Nederland in de afgelopen jaren, het risico aanzienlijk dat dit door olie- en gasmaatschappijen, die hun investeringen op wereldschaal prioriteren, als een teken van verdere verslechtering van het investeringsklimaat in ons land wordt gezien. Dit zal in het bijzonder negatief uitpakken voor de economische infrastructuur in het Noorden des lands, waar een belangrijk deel van de kennis en werkgelegenheid sterk verbonden zijn met de aardgassector. Deze eroderen gemakkelijk en snel bij gebrek aan perspectief voor de olie- en gasindustrie. Daarmee valt een belangrijke pijler van de economie van Noord Nederland weg.

Deze keuze blokkeert tevens de mogelijkheden om aardgas in te zetten in de overgangsfase (transitie) naar een duurzame energiehuishouding om daarmee de energievoorziening ook op langere termijn, als de Nederlandse gasvoorraden zijn opgebruikt veilig te stellen."

1.5 Winnen 'met de hand aan de kraan'

1.5.1 Wettelijke kaders bij gaswinning

De milieuaspecten die relevant zijn voor de voorbereidende werkzaamheden en de bedrijfsvoering bij het gebruik van de productiefaciliteiten komen aan de orde in **hoofdstuk 2** van dit MER.

Het grootste deel van dit MER – **hoofdstuk 3 tot en met 7** – is toegespitst op het *winnen* van het gas en de milieueffecten daarvan. Voor het perspectief van waaruit de milieueffecten van de gaswinning bepaald en beoordeeld worden, is van belang dat elke gaswinning in Nederland, waar deze ook plaatsvindt, onderworpen is aan regels en voorwaarden. Deze worden in vergunningen toegesneden op het project in kwestie en via handhavingsactiviteiten vindt toezicht op de naleving ervan plaats.

Naast de mijnbouw- en milieuwetgeving die bij elke winning een rol spelen, speelt bij plannen voor gaswinning in beschermde natuurgebieden of in de directe omgeving daarvan tevens de natuurbeschermingswetgeving een belangrijke rol. Zo ook in dit geval. Door de gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen kunnen namelijk effecten optreden in de Waddenzee, in het Lauwersmeergebied en mogelijk ook in de Noordzeekustzone. De gehele Noordzeekustzone (tot een diepte van ca. –20m), de Waddenzee en het Lauwersmeer zijn aangewezen als Speciale Beschermingszone (SBZ) in het kader van de Europese Vogelrichtlijn, terwijl de Noordzeekustzone (tot een diepte van –5m) en de Waddenzee ook zijn aangemeld als een SBZ in het kader van de Europese Habitatrichtlijn. Het beschermingsregime van de Vogel- en Habitatrichtlijn (die beide overigens sinds oktober 2005 zijn opgenomen in de Natuurbeschermingswet 1998) brengt onder meer met zich mee dat voor projecten in SBZ's of in de directe omgeving daarvan voorafgaand aan de vergunningverlening een zogenoemde *passende beoordeling* uitgevoerd moet worden. Deze *passende beoordeling* is opgenomen in dit MER.

De vigerende wet- en regelgeving (**zie hoofdstuk 9** voor een compleet overzicht) leidt er al met al toe dat het hele proces van gaswinning – vanaf de voorbereiding van de besluitvorming tot en met de uitvoering en de handhaving – met tal van waarborgen is omgeven. Dat geldt voor gaswinningsprojecten in het algemeen en het is bij de voorgenomen activiteit die in dit rapport centraal staat niet anders.

Een bijzonderheid bij de voorgenomen gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen is evenwel dat hierbij tijdens de productieperiode voor het eerst de aanpak van *gaswinning met de hand aan de kraan* gestalte zal krijgen. Van de hierboven genoemde wettelijke kaders zijn met name de vergunningen op basis van de Mijnbouwwet en de Natuurbeschermingswet 1998 van belang voor de concrete uitwerking van dit 'hand aan de kraan-principe'. Het principe in kwestie heeft een

belangrijke rol gespeeld in de milieueffectrapportage en verdient daarom in dit inleidende hoofdstuk een nadere toelichting.

1.5.2 Het hand aan de kraan-principe

De naam ervan (hand aan de kraan) is bedacht in 1998 door een tweetal onderzoekers (K. Dijkema en J. Gussinklo) die betrokken waren bij het opstellen van de *Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee* [ref. 1.4]. Het principe is vervolgens verder vormgegeven als beleiduitvoeringsinstrument door de Adviesgroep Waddenzeebeleid, die in september 2003 door het kabinet werd ingesteld en in april 2004 haar eindrapport *Ruimte voor de Wadden* [ref. 1.2] publiceerde. Kort daarna, in juni 2004, verscheen ook een tweede publicatie: *Bodemdalingstudie Waddenzee 2004; Vragen en onzekerheden opnieuw beschouwd* [ref. 1.3]. Deze studie is eveneens in opdracht van het kabinet verricht; door het onderzoeksinstituut RIKZ in samenwerking met andere onafhankelijke onderzoeksinstituten: WL Delft Hydraulics (het vroegere Waterloopkundig Laboratorium), TNO en Alterra. De nota's *Ruimte voor de Wadden* (Adviesgroep Waddenzeebeleid) en de *Bodemdalingstudie Waddenzee* 2004 (RIKZ) hebben samen een wending gegeven aan de al lang lopende politieke, maatschappelijke en wetenschappelijke discussie over de winning van aardgas uit velden die zich (deels) onder de Waddenzee bevinden.

Voorgeschiedenis

Om de context van de '*Ruimte voor de wadden*' (Adviesgroep Waddenzeebeleid) en de '*Bodemdalingstudie Waddenzee 2004*' (RIKZ) te kunnen duiden, is het zinvol kort terug te blikken op de voorgeschiedenis van gaswinning in en rond het Waddenzeegebied. Die voorgeschiedenis begint bij de verlening van de winningsvergunningen/concessies die in paragraaf 1.3 al genoemd zijn. Een belangrijke volgende stap was de start, midden jaren tachtig, van gaswinning vanaf het Zuidwal-platform in de Waddenzee (door Elf Petroland, thans Vermillion) en vanaf Ameland (door de NAM). In diezelfde periode kwamen de overheid en de betrokken mijnbouwmaatschappijen overeen om niet meteen ook nieuwe winningen in het Waddengebied te starten. Er werd een vrijwillig moratorium afgesproken voor de periode 1984-1994. Deze periode werd tevens gebruikt voor nader onderzoek naar het belangrijkste effect van gaswinning voor het Waddenzeesysteem: bodemdaling.

Tegen deze achtergrond werd in 1987 de Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland ingesteld. Deze commissie is onafhankelijk, stuurt het onderzoek en heeft sindsdien een uitgebreid monitoringsprogramma uitgevoerd en periodiek over de resultaten daarvan gerapporteerd. De rapportage wordt – met het programma - iedere 5 jaar in het openbaar verdedigd tijdens een publiekelijk toegankelijke audit die door (niet rechtstreeks betrokken) wetenschappers van de RUG wordt georganiseerd. De studie omvat thans 18 jaar veldonderzoek en is de meest omvangrijke structurele studie in haar soort naar het gecombineerd effect van zeespiegelrijzing en bodemdaling. De resultaten dienen een breed internationaal publiek en zijn beschikbaar in het Nederlands, Engels en Russisch. De meest recente rapportage verscheen in juni 2005.

Tegen het eind van het moratorium – in 1993 – werd een stuurgroep ingesteld, die het rapport 'Mijnbouwactiviteiten in de Waddenzee' opstelde. Dit rapport geeft een globale analyse van de ecologische aspecten van proefboringen en gaswinning. Dit leidde tot afspraken met de regering om verdere mijnbouwactiviteiten in het Waddengebied te starten, conform een plan van aanpak met strikte voorwaarden. In de periode 1994-1999 volgden hierop proefboringen vanaf de vastelandlocaties Lauwersoog en Moddergat (zie paragraaf 1.1).

In 1998 verscheen de *Integrale Bodemdalingsstudie Waddenzee* (IBW); een veelomvattende studie die de op dat moment beschikbare kennis over bodemdaling bundelde en op basis daarvan ook de effecten weergaf van mogelijke winningen in de toekomst. De studie beschrijft het cumulatieve effect van bodemdaling door toen in uitvoering zijnde winningen en mogelijke toekomstige winningen in het gehele oostelijke Waddengebied. Het kabinet constateerde destijds dat er nog een aantal onbeantwoorde vragen en onzekerheden resteerden, hetgeen een van de redenen was voor het kabinetsbesluit in 1999 – 'het gasbesluit' – om toestemming voor nieuwe winningen aan te houden. Het RIKZ kreeg nadien de opdracht de vragen en onzekerheden opnieuw te

beschouwen met behulp van de nieuwe gegevens en onderzoeksresultaten die sinds de IBW uit 1998 beschikbaar zijn gekomen. De hierboven genoemde *Bodemdalingstudie Waddenzee 2004* laat zien wat dit heeft opgeleverd.

Terwijl de *Bodemdalingstudie Waddenzee 2004* vooral een recent en compleet overzicht geeft van de stand van wetenschappelijke kennis over bodemdaling, wordt in *Ruimte voor de Wadden* van de Adviesgroep Waddenzeebeleid met name ook het meer beleidsmatige en politieke perspectief belicht. Gaswinning in het Waddenzeegebied is daarbij overigens niet het enige onderwerp dat aan de orde komt. De Adviesgroep spreekt zich, in lijn met de adviesvraag van het kabinet, ook uit over mossel- en kokkelvisserij en meer in het algemeen over de koers waarop het beleid voor de Waddenzee zou moeten inzetten. “Een offensieve strategie,” zo stelt de Adviesgroep in de inleiding van haar rapport, “is geboden om de hoofddoelstelling *duurzame bescherming en ontwikkeling van de Waddenzee als natuurgebied en het behoud van het unieke open landschap* te kunnen waarmaken. Een integraal perspectief, uitgaande van voorrang voor de natuur met beperkt menselijk medegebruik, is nodig om de waarden en belangen die in het geding zijn te bewaken en verder te ontwikkelen.”

Strikte grenswaarden, meten & monitoren tijdens de uitvoering
In *Ruimte voor de Wadden* geeft de Adviesgroep Waddenzeebeleid de volgende algemene beschrijving van de aanpak die haar voor ogen staat bij economische activiteiten in de Waddenzee:

“Om te garanderen dat de veerkracht van de Wadden niet wordt overschreden en de natuurwaarden niet worden aangetast, krijgen economische activiteiten vooraf strikte en gelijksoortige grenswaarden opgelegd [….]. Alleen op deze wijze kan het principe ‘voorrang voor de natuur, met mogelijkheden tot beperkt menselijke medegebruik’ worden waargemaakt. Ook kan vooraf helderheid worden gegeven over de mate van onzekerheid die aanvaardbaar wordt geacht. Met andere woorden: het is zo, gegeven de stand van kennis, mogelijk maximale zekerheid voor de natuur te bieden.
De uitvoering van de activiteiten wordt onderworpen aan een intensieve monitoring, op basis waarvan activiteiten zo nodig worden bijgestuurd of eventueel beëindigd als intussen de grenswaarden worden overschreden [….]. De grenswaarden zijn zodanig gekozen dat de natuurlijke veerkracht niet wordt overschreden en de natuurwaarden niet worden aangetast wanneer de effecten van de activiteiten binnen deze grenswaarden blijven.” [ref. 1.2, p4-5]

De elementen van deze benadering zijn, kortom: (1) natuurgrenzen, (2) uitvoering, (3) meting & monitoring en eventueel (4) tussentijdse bijstelling of beëindiging. In Ruimte voor de Wadden is deze benadering uitgewerkt voor schelpdiervisserij en gaswinning, maar volgens de Adviesgroep “kunnen ook andere activiteiten in de komende jaren onder het regiem van deze methode worden gebracht.”

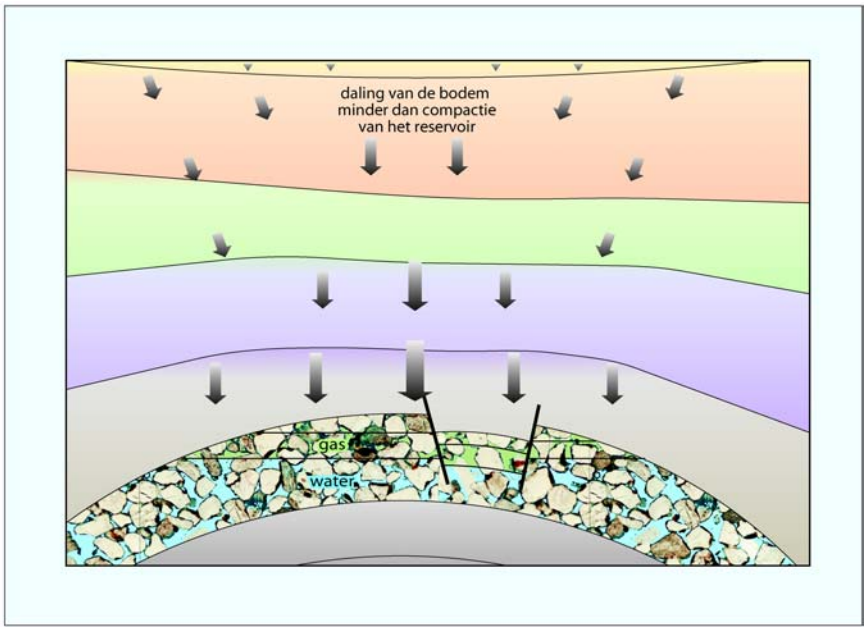
1.5.3 Toespitsing op gaswinning

Toespitsing van het hand aan de kraan-principe op gaswinning vereist onder meer dat er een ‘natuurgrens’ bepaald wordt, die vervolgens bij de uitvoering van de gaswinning niet mag worden overschreden. Voor het Waddenzeesysteem is bodemdaling het belangrijkste effect van gaswinning en daarom zal de natuurgrens ook vooral aan deze bodemdaling gerelateerd moeten zijn. Daarbij moet rekening gehouden worden met het natuurlijke proces van zeespiegelstijging. Weliswaar heeft zeespiegelstijging geheel andere oorzaken en ook een ander verloop dan bodemdaling door gaswinning, maar de uitwerking ervan op het Waddenzeesysteem is eender: de afstand tussen de bodem en de waterspiegel neemt toe. Het komt er dan ook op aan om de optelsom van bodemdaling en zeespiegelstijging zodanig te beperken dat het systeem zijn balans kan behouden, of anders gezegd: dat het ‘meegroeivermogen’ van het systeem toereikend is om het totale aantal millimeters bodemdaling en zeespiegelstijging jaar-in-jaar-uit bij te benen. Daarbij geldt: hoe meer zeespiegelstijging, hoe minder ‘gebruiksruimte’ er overblijft om de bodem door gaswinning te laten dalen.

‘Natuurgrens’, ‘meegroeivermogen’ en ‘gebruiksruimte’ zijn de sleutelbegrippen in de bovenstaande passage. Hieronder volgt een korte toelichting, vooruitlopend op de uitgebreidere uiteenzetting in **hoofdstuk 3** van dit MER.

Oorzaak en verloop van bodemdaling

Om te beginnen is van belang om te weten hoe bodemdaling door gaswinning in de praktijk gestalte krijgt. Aardgas in Noord-Nederland wordt hoofdzakelijk aangetroffen in zandsteenlagen op een diepte van 3600 tot 4100 meter. Deze gesteenten zijn opgebouwd uit aan elkaar gekitte zandsteenkorrels. Daartussenin zitten kleine ruimten, de poriën, waarin zich onder hoge druk het gas bevindt. Veel gasvelden worden aan de onderzijde begrensd door watervoerende gesteentelagen, zogenaamde aquifers. De doorlatende, met gas gevulde gesteentelaag wordt het ‘reservoir’ genoemd, een meer technische benaming voor ‘gasveld’. Het reservoir wordt afgedekt door niet-doorlatende gesteentelagen van bijvoorbeeld zout en kleisteen. Die bovenliggende gesteentelagen oefenen door hun gewicht enorme druk uit op het reservoir. Het daarin aanwezige gas levert de tegendruk. Door gaswinning neemt die tegendruk echter af en wordt het reservoirgesteente geleidelijk samengedrukt. Als gevolg daarvan dalen de bovenliggende gesteentelagen mee. Zodra die daling doorwerkt tot aan het aardoppervlak is er sprake van bodemdaling (**zie figuur 1.3**).



Figuur 1.3 Schematische weergave van het principe van bodemdaling door gaswinning.

Voordat een gasveld in productie wordt genomen, wordt een prognose van de te verwachten bodemdaling gemaakt. Zo’n prognose is onder meer gebaseerd op geologische kennis en de resultaten van seismisch onderzoek en kan verfijnd worden zodra ook de resultaten en testgegevens van (proef)boringen beschikbaar zijn. De aard en de omvang van bodemdaling door gaswinning zijn afhankelijk van verschillende factoren, zoals hoe diep een reservoir zich bevindt, hoe dik het is, hoe de druk erin verdeeld is en hoe de samenstelling is van de gesteentelagen in het reservoir en daarbuiten. Aan de hand van gegevens over dit soort factoren, gecombineerd met een productiescenario voor het tempo en de duur van de winning, is modelmatig te bepalen in welke mate het reservoirgesteente tijdens gaswinning ingedrukt wordt en hoe zich dit vertaalt naar bodemdaling aan de oppervlakte. Verdere verfijning van de prognose kan geschieden wanneer de bodemdaling daadwerkelijk gemeten wordt en de meetresultaten kunnen worden gebruikt om de modelparameters te kalibreren.

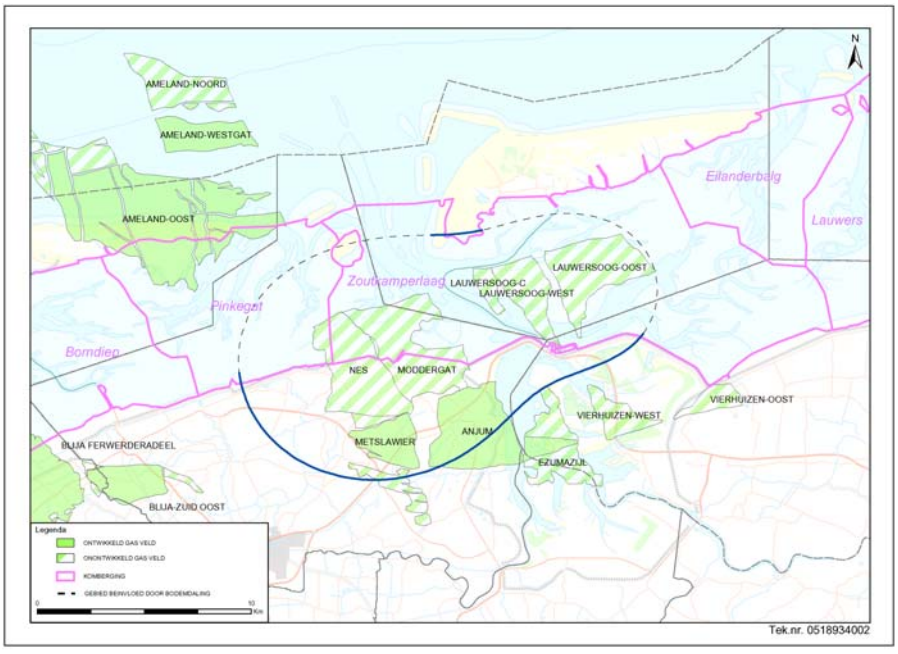
Bij gaswinning gaan er in de regel na de start van de productie enkele jaren overheen voordat de bodemdaling aan de oppervlakte meetbaar is. Bij de gaswinning op Ameland duurde dat bijvoorbeeld ongeveer 1½ jaar. Er zijn twee factoren die in belangrijke mate bepalen hoe lang het duurt voordat de bodemdaling “meetbaar” is: de nauwkeurigheid van de meet- en analysemethode en de snelheid van bodemdaling. Als er weinig

bodemdaling is, duurt het ook lang voordat die aantoonbaar is. De vertraging waarmee bodemdaling kan worden aangetoond verschilt per situatie en per gasveld en zal voor de in dit MER beschreven velden met behulp van de voorgenomen bodemdalingsmetingen worden gekwantificeerd. De bodemdaling en het meetprogramma zijn zodanig dat altijd tijdig ingegrepen kan worden.

Mede afhankelijk van de grootte van de aquifer die in verbinding staat met het gasveld en de mate waarin het water daarin zich naar en in het reservoir kan verplaatsen (de zogenaamde aquiferactiviteit), kan het bodemdalingsproces zich ook na beëindiging van de gasproductie nog enige tijd in een uiterst langzaam tempo voortzetten. Dit tempo neemt steeds verder af tot het proces uiteindelijk stopt en een stabiele eindsituatie bereikt wordt. Ook bij een eventuele tussentijdse staking van de gaswinning – de kraan wordt dan dichtgedraaid nog voordat het gasveld is uitgeput – moet rekening worden gehouden met enige naijling van de bodemdaling. Bij het temperen van een lopende winning – de kraan enigszins, maar niet helemaal dichtdraaien – gaat de bodemdaling door maar dan in een lager tempo.

Verschil Lauwersmeergebied en Waddenzee

De voorgenomen gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen leidt tot bodemdaling via het mechanisme zoals dat hierboven beschreven is. Zoals figuur 1.4 laat zien, strekt deze bodemdaling zich tegen het eind van de productieperiode voor de helft uit in het Lauwersmeergebied en voor de andere helft in de Waddenzee.



Figuur 1.4 Gebied beïnvloed door bodemdaling voorgenomen gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen.

In vergelijking met de Waddenzee kan het Lauwersmeergebied gekenschetst worden als een relatief statisch systeem dat bovendien sterk gereguleerd is. Er is hier in elk geval geen natuurlijk mechanisme dat de bodemdaling deels weer ongedaan maakt, hetgeen betekent dat er zich vanaf een bepaald moment in het veld (en op de bodem van het Lauwersmeer) een gelijkmatige, platte bodemdalingsschotel begint af te tekenen. In het Lauwersmeergebied beïnvloedt deze bodemdaling vervolgens in eerste instantie vooral de waterhuishouding. Daardoor kunnen ook andere (abiotische) variabelen beïnvloed worden en kunnen er uiteindelijk ook consequenties voor de natuur ontstaan. In het Lauwersmeergebied is vooral de totale omvang van de bodemdaling een belangrijke factor voor de aard en omvang van de vervolgeffecten. Het tempo waarin de bodem daalt, is voor de effecten in het Lauwersmeergebied minder belangrijk. Voor de Waddenzee daarentegen is dit tempo – dus de bodemdalingssnelheid – juist cruciaal.

In de Waddenzee is, door toedoen van weer en getij, sprake van een grote dynamiek in waterbewegingen en daarmee gepaard gaand transport van sediment (vooral zand).

Daardoor is de bodem van de Waddenzee eveneens dynamisch, want voortdurend in beweging. Via een natuurlijk mechanisme, dat gedetailleerd beschreven wordt in hoofdstuk 3, leidt de dynamiek van het Waddenzeesysteem ertoe dat er bij bodemdaling geen plaatselijke, schotelvormige verdieping van de zeebodem ontstaat. In plaats daarvan wordt de bodemdaling in de Waddenzee verspreid en daarmee ook uitgevlakt over een groter gebied, namelijk over een *komberging*. Een komberging is een min of meer zelfstandig functionerend stroomgebied binnen de Waddenzee, dat bij eb en vloed afwisselend leeg- en volloopt via een stelsel van geulen dat zich binnen het gebied vertakt. De voorgenomen activiteit heeft invloed op twee van zulke kombergingen: het Pinkegat en de Zoutkamperlaag.

Bodemdaling en zeespiegelstijging tegelijk: uitwerking op het Waddenzeesysteem
Kenmerkend voor kombergingen zoals het Pinkegat en de Zoutkamperlaag, is dat ze in een toestand van 'dynamisch evenwicht' verkeren. Bodemdaling door gaswinning verstoort dit dynamische evenwicht, en heeft in dat opzicht precies hetzelfde effect als zeespiegelstijging. Want of het nu door zeespiegelstijging, bodemdaling of allebei tegelijk komt: het gevolg is dat er in een komberging 'zandhonger' ontstaat. Een belangrijk verschil is uiteraard wel dat zeespiegelstijging al enkele duizenden jaren gaande is en daarmee *structurele zandhonger* veroorzaakt, terwijl bodemdaling door gaswinning enkele decennia duurt en gedurende die periode tot enige *extra zandhonger* leidt. De Waddenzee dankt haar bestaan aan zeespiegelstijging: zonder zeespiegelstijging zou de Waddenzee verlanden. Zou de zeespiegelstijging boven een bepaalde kritische waarde uitkomen, dan zouden de wadplaten op een gegeven moment verdwijnen.

De zandhonger ontlokt het systeem een respons om zijn evenwicht weer te herstellen door sediment van buiten het systeem aan te voeren en daarmee de zandhonger te stillen. De kustzone en het strand ter hoogte van Ameland fungeren als 'leverancier' voor het benodigde zand. Vandaar dan ook dat Rijkswaterstaat aldaar periodiek zandsuppleties uitvoert, zodat het zandtransport vanuit de kustzone naar de Waddenzee niet ten koste gaat van de kustlijn. Deze zandsuppleties zullen in de komende jaren hoe dan ook noodzakelijk blijven. Immers, de structurele zandhonger veroorzaakt door zeespiegelstijging blijft bestaan. Bodemdaling door gaswinning zorgt voor enige extra zandhonger, en kan er op die manier ook toe leiden dat er meer zand gesuppleerd moet worden.

Zolang er genoeg sediment aangevoerd kan worden, is het kombergingssysteem in staat om ' mee te groeien'. Maar dit meegroeivermogen is zeker niet onbeperkt. Komt de optelsom van bodemdaling en zeespiegelstijging boven een bepaalde kritische grens uit, dan kan het systeem de zandhonger niet meer teniet doen en gaat het achterlopen. Dat kan tot veranderingen leiden, bijvoorbeeld dat wadplaten lager en/of kleiner worden. Overschrijding van de kritische grens kan daarmee uiteindelijk ook nadelige gevolgen hebben voor de levende natuur, zoals voor vogels die bij eb op de wadplaten foerageren. Aangezien nadelige gevolgen voor de levende natuur in de Waddenzee in het licht van de natuurbeschermingswetgeving niet acceptabel worden geacht, is het dus zaak:

1 om eerst per komberging de kritische grens voor de bodemdalingssnelheid te bepalen;
2 vervolgens voor de gaswinning een productiescenario uit te werken waarbij deze kritische grens volgens het bodemdalingsmodel niet wordt overschreden;
3 daarna tijdens de winning de vinger aan de pols te houden, onder meer door:
   - de feitelijke bodemdalingssnelheid regelmatig te meten en op basis van de geïnterpreteerde resultaten van deze metingen het bodemdalingsmodel te actualiseren;
   - tegelijkertijd in een monitoringsprogramma te controleren of de sedimentatie de bodemdaling inderdaad kan bijhouden en er inderdaad geen nadelige gevolgen optreden waarvoor de bodemdaling toch een oorzaak zou kunnen zijn;
4 en ten slotte de mogelijkheid open te houden om in te grijpen – door een of meer kranen gedeeltelijk of helemaal te sluiten – indien de berekeningsresultaten laten zien dat het huidige productiescenario zal leiden tot een overschrijding van de natuurgrens of het resultaat van de monitoring hiertoe voldoende aanleiding geeft.

Hiermee zijn de vier kernelementen van het hand aan de kraan-principe in zijn toepassing op gaswinning benoemd. De Adviesgroep Waddenzeebeleid wijst erop dat de Mijnbouwwet en het Mijnbouwbesluit goede aanknopingspunten bieden om de benadering in de praktijk vorm te geven. De Adviesgroep stelt in haar conclusies “dat er geen ecologische gronden zijn voor het afzien van winning indien de gaswinning aan strikte natuurgrenzen wordt gebonden. Bij een goed gekozen en goed te berekenen maximaal toelaatbare bodemdalingssnelheid van de diepe ondergrond is geen natuurschade te verwachten. Wanneer de bodemdalingssnelheid wordt gelimiteerd, kan het natuurlijke proces van opslibbing op kwelders en platen met een beperkte vertraging de effecten van de bodemdaling volledig compenseren. Aantasting van de veerkracht en natuurschade is dan niet te verwachten.”

Kabinetsreactie
Eind juni 2004 heeft het kabinet via een brief aan de Tweede Kamer een reactie gegeven op het advies van de Adviesgroep Waddenzeebeleid [ref. 1.4]. Daarin wordt tevens verwezen naar de *Bodemdalingstudie Waddenzee 2004*, die op dat moment inmiddels was verschenen.

In de genoemde brief geeft het kabinet aan “dat er veel kennis beschikbaar is over de effecten van gaswinning voor de Waddenzee, meer dan ten tijde van het gasbesluit uit 1999”. Op basis van de geactualiseerde kennis concludeert het kabinet “dat de ecologische veranderingen die het gevolg zijn van bodemdaling door gaswinning als niet significant zijn te beschouwen ten opzichte van de natuurlijke variaties die optreden in de Waddenzee”. Ook de onzekerheden over de effecten van bodemdaling door gaswinning worden als gering gekwalificeerd. Daarbij tekent het kabinet aan dat de natuur zich weliswaar niet voor 100% laat voorspellen, maar dat eventueel afwijkende gedragingen van de natuur via het hand aan de kraan-principe inderdaad kunnen worden ondervangen. Het in de Mijnbouwwet voorgeschreven winningsplan en meetplan vormen een goed middel om de winning te sturen en grenzen te stellen aan de bodemdaling. Dit biedt de overheid de mogelijkheid om de juiste randvoorwaarden te stellen.

Het is volgens het kabinet tevens van belang “dat de grenzen die in de toekomst worden gesteld adequaat worden gemonitord door een onafhankelijke instantie zodat, indien nodig, kan worden ingegrepen volgens het principe van ‘hand aan de kraan’. Deze onafhankelijke instantie kan ook een rol spelen bij de toetsing aan de gestelde grenzen en het bevoegd gezag van dienst zijn bij de eventuele aanpassing van de diverse plannen.”

1.5.4 Uitwerking van het hand aan de kraan-principe in dit MER

In dit MER wordt uitgebreid aandacht besteed aan de bodemdaling die door de voorgenomen winningen optreedt in het Lauwersmeergebied en de gevolgen die deze bodemdaling voor dit gebied heeft. Waterhuishouding en, in samenhang daarmee, natuurbescherming en natuurambities vormen hierbij een belangrijke invalshoek. Zie hiervoor hoofdstuk 4 en 7. De hand aan de kraan-benadering is echter niet zonder meer te vertalen naar het Lauwersmeergebied omdat bodemdaling hier heel anders uitwerkt dan in het dynamische Waddenzeesysteem. Het hand aan de kraan-principe is in dit MER dan ook, precies zoals in het advies van de Adviesgroep Waddenzeebeleid en de kabinetsreactie, exclusief gekoppeld aan de Waddenzee.

Bij de uitwerking van het hand aan de kraan-principe in dit MER zijn twee sporen gevolgd. Het eerste spoor houdt in dat uitgegaan is van de *state of the art* van wetenschappelijke kennis over bodemdaling door gaswinning in de Waddenzee. Het tweede spoor is consultatie van een brede groep van betrokkenen. Die consultatie heeft vormgekregen via uitgebreid informeel vooroverleg met overheidsinstanties, deskundigen van verschillende onderzoeksinstituten en maatschappelijke organisaties. Speciale vermelding in dit verband verdient een workshop over ‘hand aan de kraan’ die op 21 juni 2005 plaatsvond te Zeegse. Deze workshop heeft onder meer geresulteerd in aanbevelingen voor meting & monitoring, die in veel gevallen overgenomen konden worden in het meetplan en het monitoringplan (zie hieronder).

(1) Natuurgrenzen
Het eerste element bij gaswinning met de hand aan de kraan is het bepalen van de natuurgrenzen voor de maximaal toelaatbare bodemdalingssnelheid in de kombergingen die door de voorgenomen gaswinning beïnvloed worden, in dit geval: Pinkegat en Zoutkamperlaag. Deze natuurgrenzen zijn niet vooraf van overheidswege vastgelegd. Aangegeven is dat op basis van de best beschikbare wetenschappelijke kennis in het MER onderbouwd moet worden wat per komberging de limiet voor de bodemdalingssnelheid is.

Hoofdstuk 3 van dit MER bevat een uitgebreide analyse van hoe het Waddenzeesysteem functioneert in relatie tot bodemdaling en zeespiegelstijging. In hoofdstuk 3 wordt, op basis van onder meer de *Bodemdalingstudie Waddenzee* 2004, gemotiveerd wat per komberging een veilige waarde voor het meegroeivermogen is. Door hierop vervolgens de zeespiegelstijging in mindering te brengen, wordt duidelijk welke ruimte er resteert voor bodemdaling door gaswinning. Deze natuurgrens wordt gespecificeerd in het aantal millimeters per jaar voor respectievelijk het Pinkegat en de Zoutkamperlaag.

Een belangrijk aandachtspunt is dat de ontwikkelingen van de zeespiegelstijging niet zeker zijn. In de ruim 100 afgelopen jaar heeft de zeespiegelstijging een constante snelheid van 1,8 mm per jaar gehad. Een versnelling is mogelijk. Dit is niet alleen van belang voor gaswinning, maar voor alle ontwikkelingen rond geleidelijk oplopende kusten in de gehele wereld. De Waddenzee is een van die kustgebieden. De meningen over dit onderwerp zijn sterk verdeeld, met name het moment waarop een eventuele versnelling van de zeespiegelstijging gaat inzetten en hoe snel die stijging zal zijn. Het MER is in dit opzicht zoveel mogelijk gebaseerd op de kennis en uitgangspunten die door de overheden zullen worden gehanteerd voor haar kustbeleid.

(2) Winnen: productiescenario en bodemdalingsprognose
In de hand aan de kraan-benadering is het aan de initiatiefnemer om een productiescenario uit te werken en de daarbij behorende bodemdaling te prognosticeren. Daarbij moet op voorhand aannemelijk gemaakt kunnen worden dat de bodemdalings-snelheid door gaswinning gemiddeld beneden de gebruiksruimte voor gaswinning blijft. Uiteindelijk heeft de NAM gekozen voor een productiescenario dat beneden deze grens blijft; niet alleen in het meest waarschijnlijke zeespiegelstijgingscenario, maar ook bij een *worst case*-benadering. Daarnaast is zichtbaar gemaakt hoe de bodemdaling reageert indien de productie plotseling wordt gestopt. Hiermee wordt zowel de voorspelbaarheid als de beheersbaarheid in beeld gebracht. De gekozen scenario's geven daarmee maximaal invulling aan het voorzorgsbeginsel. Zie paragraaf 5.2 voor nadere toelichting.

(3) Meten & monitoren
De hand aan de kraan-benadering vereist dat tijdens de uitvoering van de winning meting & monitoring plaatsvindt. De aanpak van meting & monitoring is uitgewerkt in:
- een meetplan, in het kader van de Mijnbouwwet;
- een monitoringplan, dat bij de aanvragen voor Natuurbeschermingswetvergunningen is gevoegd.

De meet- en regelcyclus tijdens de winning geeft feitelijke invulling van het 'hand aan de kraan' principe. Zie paragraaf 5.4 voor nadere toelichting. De hoofdlijnen van het meetplan en het monitoringplan worden beschreven in paragraaf 5.3 en 5.5. De inhoudelijke invulling van beide plannen is mede ingegeven door de informatie over de effecten van de voorgenomen winningen voor het Waddenzeesysteem, beschreven in hoofdstuk 6, en ook door de resultaten van de hierboven genoemde workshop.

(4) Organisatorische invulling
Het laatste element van de hand aan het kraan-principe is dat de overheid kan voorschrijven de gasproductie te temperen of zelfs te staken indien de resultaten van meting en monitoring hiervan de noodzaak aantonen. De Adviesgroep Waddenzeebeleid stelt voor een onafhankelijke commissie hierin een rol te laten spelen. Het kabinet heeft aangegeven daarin mee te willen gaan. Uiteindelijk zal het bevoegd gezag echter de precieze organisatorische invulling van de hand aan de kraan-principe bepalen, waarbij

zal worden aangesloten op de bestaande wettelijke structuren. In aansluiting op de richtlijnen voor dit MER wordt in paragraaf 5.6 aangegeven welke invulling de NAM hierbij voor ogen staat.

1.6 Opzet van dit MER en leeswijzer

Op hoofdlijnen bestaat dit MER uit twee delen:

- een deel (hoofdstuk 2) over de milieuaspecten van de voorbereidende werkzaamheden en het gebruik van de productiefaciliteiten;
- een uitgebreider deel (hoofdstuk 3 tot en met 7) over de milieuaspecten van de productie, waarbij het accent ligt op bodemdaling en de impact daarvan op de Waddenzee en het Lauwersmeergebied.

Hoofdstuk 8 geeft de leemten in kennis en in hoofdstuk 9 wordt het vervolg van de m.e.r.-procedure en de te nemen besluiten weergegeven .

Voorbereiding en bedrijfsvoering (hoofdstuk 2)
Hoofdstuk 2 beschrijft de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen en de tracés voor de aan te leggen transportleidingen naar de gasbehandelingsinstallaties. Daarbij komen de relevante milieueffecten tijdens de aanlegfase en tijdens het gebruik van de voorzieningen aan de orde, terwijl ook kort aandacht wordt besteed aan milieuaspecten die bij de ontmanteling van de voorzieningen een rol kunnen spelen.

Productie (hoofdstuk 3 tot en met 8)
Zoals ook al in paragraaf 1.4 is aangegeven, is bodemdaling vanuit milieuoptiek de sleutelfactor in de productiefase. Er is een groot verschil tussen hoe de bodemdaling uitwerkt in de Waddenzee aan de ene kant (bodemdalingssnelheid), en het Lauwersmeergebied aan de andere kant (absolute bodemdaling). Om die reden worden de bestaande toestand en de autonome ontwikkeling van beide gebieden apart behandeld: het Waddensysteem komt aan de orde in hoofdstuk 3, het Lauwersmeergebied in hoofdstuk 4.

In hoofdstuk 5 wordt het verkozen productiescenario beschreven, samen met een prognose van de bijbehorende bodemdaling. De beschrijving van het meetplan, de meet- en regelcyclus en het monitoringsplan dat tijdens de productieperiode gevolgd zal worden is eveneens opgenomen in hoofdstuk 5.

Hoofdstuk 6 en 7 geven een overzicht van de effecten die de voorgenomen winning heeft voor respectievelijk de Waddenzee en het Lauwersmeergebied. In beide hoofdstukken komen eerst de abiotische effecten aan de orde, en daarna de doorwerking daarvan op de levende natuur (de biotische effecten). In de slotparagrafen van beide hoofdstukken worden de conclusies ten aanzien van de biotische effecten in het perspectief van de ‘passende beoordeling’ geplaatst.

Hoofdstuk 8 gaat in op ‘leemten in kennis’ ten aanzien van de effecten van de productie en het belang daarvan voor de besluitvorming die nu aan de orde is.

Hoofdstuk 9 gaat in op het vervolg van de m.e.r.-procedure en de te nemen besluiten.

Deelonderzoeken
De informatie in dit MER is voor een deel gebaseerd op vakliteratuur en beleidsdocumenten die al eerder zijn gepubliceerd. Aan het slot van elk hoofdstuk is een literatuuropgave opgenomen. Een aantal publicaties is ook te vinden op http://www.nam.nl/.

Daarnaast zijn er specifiek voor dit MER onderzoeken uitgevoerd door gespecialiseerde instituten en bureaus. De rapportages van deze onderzoeken zijn tegelijk met het MER beschikbaar en te vinden op http://www.nam.nl/. In het MER wordt steeds zo specifiek mogelijk verwezen naar de betreffende rapportages, die veelal veel uitgebreidere informatie bevatten dan dit hoofdrapport. De deelonderzoeken die onderdeel uitmaken van dit MER zijn – evenals een digitale versie van het complete MER – opgenomen op de



CD. Het gaat om rapporten betreffende morfologische berekeningen van het onderzoeksinstituut WL Delft Hydraulics, effectinschattingen van het Instituut voor de Groene Ruimte ALTERRA, de Grontmij en Altenburg en Wymenga. Daarnaast zijn er rapporten die achtergrondinformatie verschaffen over de aanleg van de leidingen.

Bovendien zijn de rapporten opgenomen van de Commissie Monitoring Bodemdaling Ameland (2000 en de aanvulling 2005), alsmede de nulmeting van sedimentatie en erosie op de wadplaten ten noorden van de Paezemerlannen (2003-2005) vanwege de directe betekenis van deze rapporten.

Alle genoemde rapporten vormen de basis voor de passende beoordeling als bedoeld in artikel 6 lid 3 van de Europese richtlijn 92/43/EEG d.d. 21 mei 1992 (Habitatrichtlijn) dan wel de implementatie hiervan in de Natuurbeschermingswet 1998.



Referenties

1.1 Ministerie van Economische Zaken: *Jaarverslag Olie en Gas in Nederland 2004*

1.2 Adviesgroep Waddenzeebeleid: *Ruimte voor de Wadden*, Den Haag, maart 2004.

1.3 RIKZ, in samenwerking met WL Delft Hydraulics, TNO-NITG, Alterra: *Bodemdalingstudie Waddenzee 2004; Vragen en onzekerheden opnieuw beschouwd*, RIKZ-rapport 2004.025, 14 juni 2004.

1.4 Kabinetsreactie op hoofdlijnen op het advies van de Adviesgroep Waddenzeebeleid, 28 juni 2004, TK 2003-2004, 29 684, nr. 1.

1.5 Oost et al., *Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee*, december 1998.



Aantekeningen



Inhoudsopgave

2 Productielocaties en transportleidingen: voorbereiding, bedrijfsvoering, ontmanteling 24

2.1 Inleiding 24
2.1.1 Milieueffecten 25
2.1.2 Planning in de tijd 25
2.1.3 Leeswijzer 25

2.2 Plangebied 26
2.2.1 Productielocaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen 26
2.2.2 Tracés aardgastransportleidingen 27
2.2.3 Gasbehandelingsinstallaties 30
2.2.4 Resumé; vaste en variabele aspecten 31

2.3 Beschrijving voorgenomen activiteit en alternatieven 31
2.3.1 Inleiding 31
2.3.2 Voorbereidingsfase 32
2.3.3 Productiefase – winning 38
2.3.4 Abandonneren (ontmantelen) 40
2.3.5 Relevante milieuaspecten van de voorgenomen activiteiten 40
2.3.6 Alternatieven en varianten 44

2.4 Beschrijving referentiesituatie vaste land: tracés en productielocaties ... 46
2.4.1 Natuur 46
2.4.2 Landschap en archeologie 48
2.4.3 Lichte aardbevingen 49

2.5 Beschrijving effecten vaste land 51
2.5.1 Voorbereidingsfase 51
2.5.2 Productiefase 65
2.5.3 Ontmantelingsfase 74

2.6 Vergelijking van alternatieven 75
2.6.1 Relevante milieueffecten 75
2.6.2 Beoordeling van de varianten 75

2.7 Het voorkeursalternatief 80

2.8 Passende beoordeling effecten voorbereiding, bedrijfsvoering en ontmanteling, exclusief bodemdaling 81



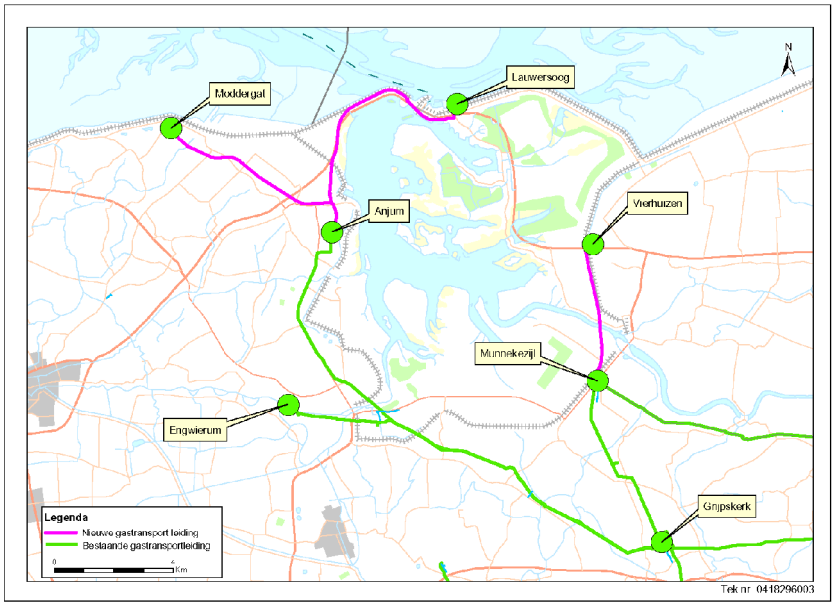
2 Productielocaties en transportleidingen: voorbereiding, bedrijfsvoering, ontmanteling

2.1 Inleiding

Zoals in hoofdstuk 1 beschreven, heeft de NAM het voornemen om enkele nieuwe gasvelden onder de Waddenzee en het Lauwersmeergebied in productie te nemen. Deze velden zijn te verdelen in 3 groepen, afhankelijk vanwaar zij zijn aangeboord. Vanaf de locatie Moddergat zijn aangeboord de velden Moddergat en Nes, vanaf de vissershaven Lauwersoog de velden Lauwersoog-C, Lauwersoog-Oost en Lauwersoog-West en vanaf de locatie Vierhuizen het veld Vierhuizen-Oost. Voor de productie van dit gas zullen de bestaande putten worden gebruikt en een op termijn nog te boren put vanaf de Moddergat locatie. Het is niet uitgesloten dat in de toekomst mogelijk nog een nieuwe put geboord zal moeten worden op de locatie Moddergat., Lauwersoog en Vierhuizen. Het onbehandelde gas wordt afgevoerd naar de gasbehandelingsinstallatie Anjum en Grijpskerk, waar het binnen de bestaande capaciteit kan worden verwerkt.

Bij het voorkeurontwikkelingsplan zal kort samengevat gebruikt worden gemaakt van:

- 3 putten op de locatie Moddergat. Het betreft de twee bestaande putten en op termijn één nieuwe put (nieuwe boring naar het veld Moddergat);
- 3 putten op de locatie Lauwersoog. Het betreft de drie bestaande putten;
- 1 put op de locatie Vierhuizen. Het betreft een bestaande put;
- een aan te leggen ondergrondse transportleiding met een binnendiameter van circa 40 cm (16 inch) en met een lengte van circa 7,4 km voor het afvoeren van onbehandeld gas van Moddergat naar Anjum;
- een aan te leggen ondergrondse transportleiding met een binnendiameter van circa 25 cm (10 inch) en met een lengte van circa 8,7 km voor het afvoeren van onbehandeld gas van Lauwersoog naar Anjum;
- een aan te leggen ondergrondse transportleiding met een binnendiameter van circa 20 cm (8 inch) en met een lengte van circa 5,3 km voor het afvoeren van onbehandeld gas van Vierhuizen naar Munnekezijl.



Figuur 2.1 Overzicht van de locaties en gastransportleidingen

Moddergat

De locatie Moddergat is gelegen ten zuidwesten van het gelijknamige plaatsje. Er zijn 2 putten geboord. De winning van aardgas uit de velden Moddergat en Nes is voorzien vanaf deze locatie. Daartoe moeten de bestaande gasputten worden aangepast.

Vervolgens moet de locatie Moddergat worden ingericht als productielocatie. Het gewonnen gas wordt via de nieuw aan te leggen (aardgas)transportleiding afgevoerd naar de bestaande gasbehandelingsinstallatie in Anjum. De gasproductie van het Anjumveld neemt af. Op de locatie Anjum hoeft de behandelingscapaciteit daarom niet aangepast te worden. Er zijn alleen enkele aanpassingen noodzakelijk om de transportleiding aan te sluiten op de gasbehandelingsinstallatie. Op termijn (enkele jaren na start productie) is op de locatie Moddergat voorzien in het boren en aansluiten van een nieuwe ontwikkelingsput (MGT-3) naar het veld Moddergat. De boring zal daarom in dit MER worden beschreven.

Lauwersoog
De locatie Lauwersoog is gelegen op het oostelijk deel van het haventerrein. In het voorkeursontwikkelingsplan is de winning van aardgas uit de velden Lauwersoog-C, Lauwersoog-West en Lauwersoog-Oost voorzien vanaf de bestaande locatie Lauwersoog. Daartoe moeten de bestaande gasputten worden aangepast. Vervolgens moet ook de locatie Lauwersoog worden ingericht als productielocatie. Het gewonnen gas wordt via een nieuw aan te leggen transportleiding afgevoerd naar de bestaande gasbehandelingsinstallatie in Anjum.

Vierhuizen
De locatie Vierhuizen is gelegen naast de provinciale weg, schuin tegenover het kazernegebouw. In het voorkeursontwikkelingsplan is de winning van aardgas uit het veld Vierhuizen-Oost voorzien vanaf de bestaande locatie Vierhuizen. Daartoe moet de bestaande gasput (VHN-1) worden aangepast. Vervolgens moet de locatie Vierhuizen worden ingericht als productielocatie. Het gewonnen gas wordt via de aan te leggen transportleiding afgevoerd naar de bestaande productielocatie Munnekezijl. Vanaf locatie Munnekezijl zal het gas via de bestaande transportleiding worden doorgevoerd naar de gasbehandelingsinstallatie Grijpskerk. Ook op de locatie Grijpskerk hoeft de behandelingscapaciteit niet aangepast te worden.

2.1.1 Milieueffecten
Het MER is met name gericht op het in kaart brengen van de milieueffecten tijdens de aanleg en productie. De aanleg heeft betrekking op de aanleg van de gastransportleidingen en het gebruiksklaar maken van de putten. Ook de aanpassingen op de locatie vallen hieronder. De apparatuur die hierbij wordt gebruikt is robuust en sommige werkzaamheden worden noodzakelijkerwijs uitgevoerd in continu dienst. Al deze werkzaamheden hebben een tijdelijk karakter, in de orde van enige maanden. Het belangrijkste effect is verstoring door verkeer, licht en geluid. De gasproductie is ook tijdelijk van aard, maar strekt zich uit over een periode van jaren. Het belangrijkste gevolg is bodemdaling. De ontmanteling (abandonnering) is voorzien na circa 30 jaar en komt slechts op hoofdlijnen aan de orde. Deze activiteit is van korte duur. Er zijn in Nederland verschillende voorbeelden van het resultaat van volledig herstel van de natuurfuncties na vele jaren gas- of oliewinning. Kortheidshalve wordt verwezen naar voormalige winning in de duinen van Meijendel en Egmond-Wimmenum.

De effecten van bodemdaling door gaswinning worden separaat beschreven in **hoofdstukken 6 en 7**.

2.1.2 Planning in de tijd
De werkzaamheden worden gefaseerd uitgevoerd. Volgens de huidige planning worden de voorbereidende werkzaamheden gestart in 2006 en wordt als eerste (begin 2007) de locatie Moddergat in gebruik genomen, gevolgd door Vierhuizen (begin 2008). De gasproductie op Lauwersoog kan dan eind 2008 een aanvang nemen.

2.1.3 Leeswijzer
In dit hoofdstuk wordt eerst afgebakend over welke locaties en leidingtracés we het hebben. Voor zowel de productielocaties, transportleidingentracés als de gasbehandelingslocaties wordt ingegaan op de activiteiten tijdens de aanleg, ombouw en productie. Ook aan de ontmanteling wordt aandacht gegeven. Vervolgens wordt een overzicht gegeven van de relevante milieu aspecten en wordt bekeken of er nog

alternatieven of varianten mogelijk zijn. Daarbij wordt het beïnvloedingsgebied beschouwd en de mogelijke effecten daarop. In **bijlage 2** is een meer uitgebreide, technische beschrijving opgenomen van de voorgenomen activiteit.

2.2 Plangebied

2.2.1 Productielocaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen

De NAM zal de reeds aanwezige exploratieputten en mogelijke toekomstige nieuwe putten voor de verdere ontwikkeling van de velden in gebruik nemen vanaf de bestaande locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen (**zie figuur 2.2, 2.3 en 2.4**). Na de productiefase (20-35 jaar) worden de locaties ontruimd en is herbestemming mogelijk (**zie paragraaf 2.3**). Het gas zal op de bestaande gasbehandelingsinstallaties Anjum en Grijpskerk worden behandeld. Hiermee wordt de technische en economische levensduur van de installaties geoptimaliseerd en is de bouw van nieuwe gasbehandelingsinstallaties niet nodig (**zie paragraaf 2.2.3**).

Keuze locaties

De ligging van de exploratielocaties is destijds gekozen op basis van de volgende criteria: Ligging ten opzichte van de aan te boren potentiele gasvelden, ten opzichte van milieugevoelige objecten, bereikbaarheid en beschikbaarheid. De keuze is onderbouwd in een NAM interne milieu-effectstudie, het milieu-invloedrapport (MIR). Dit vrijwillige MIR speelde destijds een rol bij de vergunningaanvraag van ondermeer de bouwvergunning. De argumenten en overwegingen zijn nog steeds onverminderd van kracht. Daarnaast geldt dat inmiddels de verschillende gasputten zijn gerealiseerd.

Voor de toekomstige gasproductie zijn daarom de bestaande locaties gekozen, omdat:

- deze locaties op land optimaal gesitueerd zijn ten opzichte van de betreffende gasvelden
- het gebruik van de bestaande locaties een verder beslag op milieu en ruimte voorkomt;
- het gebruik van de deze locaties voor gaswinning planologisch haalbaar is. Eventuele wijziging van de betreffende vigerende bestemmingsplannen is mogelijk en in het verleden zijn reeds vergunningen verleend voor de proefboringen ;
- deze locaties goed bereikbaar zijn;
- deze locaties in een gebied liggen, waar deze ruimtelijk en landschappelijk ingepast zijn;
- bij gebruik van deze locaties de bestaande putten niet opnieuw van elders geboord hoeven te worden

Op de onderstaande luchtfoto's wordt een beeld geschetst van de indeling van de locaties.



Figuur 2.2.a: De reeds bestaande locatie Moddergat gelegen temidden van akkerland en cultuurgrasland



Figuur 2.2.b: Locatie Moddergat, detail. In het midden van de locatie de twee bestaande putten met bijbehorende afsluiters.



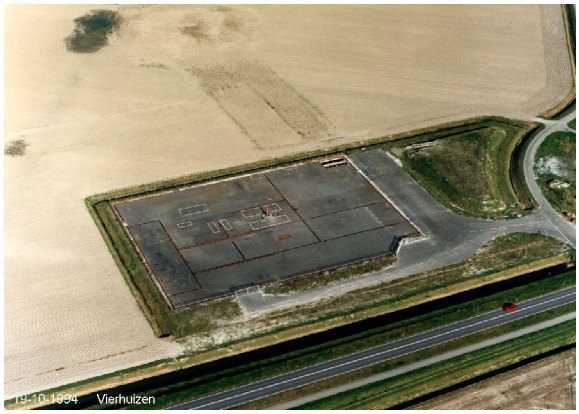
Figuur 2.3.a.: De reeds bestaande locatie Lauwersoog (rood omkaderd) gelegen aan de oostzijde van de haven van Lauwersoog



Figuur 2.3.b: Locatie Lauwersoog, detail. In het midden van de locatie de drie bestaande putten met bijbehorende afsluiters.



Figuur 2.4.a: De reeds bestaande locatie Vierhuizen gelegen temidden van akkerland



Figuur 2.4.b: Locatie Vierhuizen, detail. In het midden van de locatie de twee bestaande putten, waarvan één put wordt aangesloten.

2.2.2 Tracés aardgastransportleidingen

Het transportleidingtracé en de aanleg zal in dit MER volledig worden beschreven omdat de transportleidingen een onlosmakelijk onderdeel van het project uitmaken. De tracékeuze ligt echter al vast sinds 1997 en is bepaald na vooroverleg met de betrokken gemeenten, provincies en de waterschappen.
Bij het vaststellen van de transportleidingtracés zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

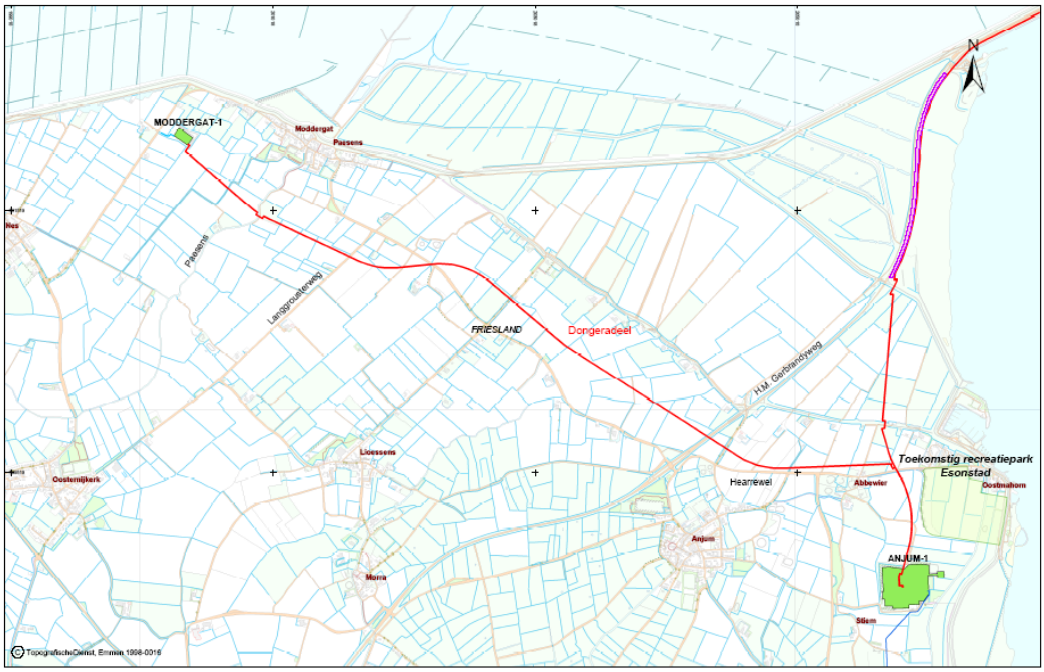
- zo kort mogelijk;
- zo veel mogelijk aansluiten bij de bestaande leidingen en leidingstroken (bundeling) en aanwezige infrastructuur;
- voldoen aan de normen betreffende veiligheidsafstanden (gevoelige bestemmingen);
- rekening houden met bestaande bebouwing en fundaties;
- rekening houden met eisen aan dijklichamen;
- rekening houden met de bestemming (ook toekomstige) van het gebied (natuur- en landschappelijk waardevol gebied);
- respecteren van (potentiële) archeologische en natuurwaarden.

De voorgestelde tracés zijn als meest reëel en haalbaar naar voren gekomen. Daarbij is maximaal rekening gehouden met de voorziene planologische ontwikkelingen in dit gebied.
Het aanleggen van deze benodigde aardgastransportleidingen op zichzelf is geen m.e.r.-(beoordelings)plichtige activiteit, omdat de criteria (drempelwaarden) voor buisleidingen niet worden overschreden.

Beschrijving tracés

Tracé Moddergat - Anjum

Het transportleidingtracé is de verbinding tussen de locatie Moddergat en de locatie Anjum. Het voorkeurstracé loopt vanaf de locatie Moddergat en buigt direct ten zuiden van de locatie Moddergat in zuidoostelijke richting door agrarisch gebied. Achtereenvolgens worden de Peasens (waterweg) en de Langgrousterwei gekruist. Het tracé buigt hierna af in oostelijke richting tot na de kruising met de Gerbrandyweg. Pal ten noorden van de locatie Anjum loopt het tracé zuidwaarts en worden de Skanskerweg en een toekomstige golfterrein gekruist. Deze 16"leiding ligt hier parallel met de 10"-leiding van Lauwersoog (**zie figuur 2.5**). De ontwerpuitgangspunten zijn uitgewerkt in een trajectstudie. Deze is uitgevoerd door Tebodin [**ref. 2.17**]. Het voorkeurstracé is overeenkomstig het reeds in 1998 (planologisch) vastgestelde en vergunde tracé.



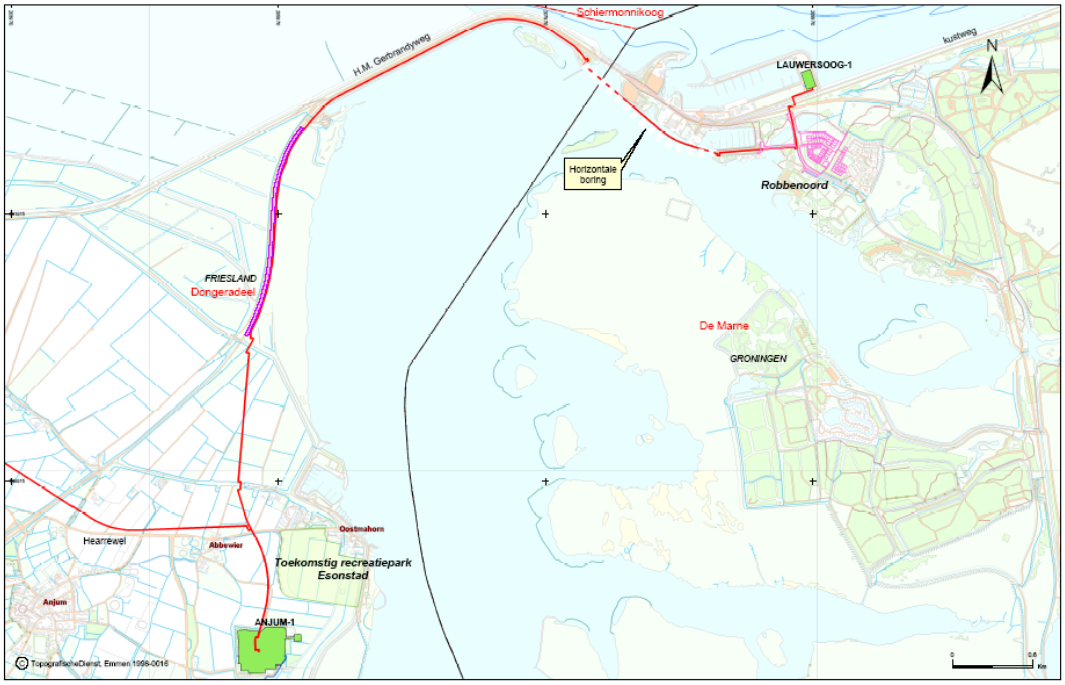
Figuur 2.5: Tracé Moddergat – Anjum

In de omgeving van het geplande golfterrein zijn kleine aanpassingen gedaan om voldoende veiligheidsafstanden te realiseren voor het vakantiedorp in aanleg en het geplande clubhuis op het golfterrein. Er zijn geen verdere alternatieven onderzocht, het trace is immers al vergund en er waren geen (milieu)argumenten voor aan te geven.

Tracé Lauwersoog - Anjum

Het transportleidingtracé is de verbinding tussen de locatie Lauwersoog en de locatie Anjum.

De locatie Lauwersoog ligt pal ten noorden van de zeewering op het oostelijk deel van het havengebied. Ook deze leiding loopt ondergronds en kruist de zeewering en de Kustweg even ten westen van de locatie. De zeewering wordt ondergronds, maar over de kruin gekruisd. Hierna loopt het tracé parallel aan de toegangsweg naar het vakantiepark. Het tracé gaat daarna verder in westelijke richting naar de jachthaven. Vanaf de zuidzijde van de jachthaven kruist het tracé het Lauwersmeer. Het voornemen is om het Lauwersmeer te kruisen middels een gestuurde horizontale boring tot aan de westzijde van de uitwaterende sluizen. Het tracé loopt vervolgens parallel aan de zuidzijde en oostzijde in de berm van de Gerbrandyweg tot aan de dijk richting Oostmahorn. Het tracé buigt daarna af in zuidelijke richting tot uiteindelijk locatie Anjum aan de noordzijde wordt bereikt. In dit laatste deel worden de Skanserwei en het toekomstige golfterrein gekruist. Het trace is hier enigszins verlegd vanwege een te bouwen clubhuis en vakantiepark. In dit deel loopt het tracé parallel met de leiding van Moddergat naar Anjum (**zie figuur 2.6**). De ontwerpuitgangspunten zijn uitgewerkt in een studie uitgevoerd door Tebodin [**ref. 2.17 en 2.10**].



Figuur 2.6: Tracé Lauwersoog – Anjum

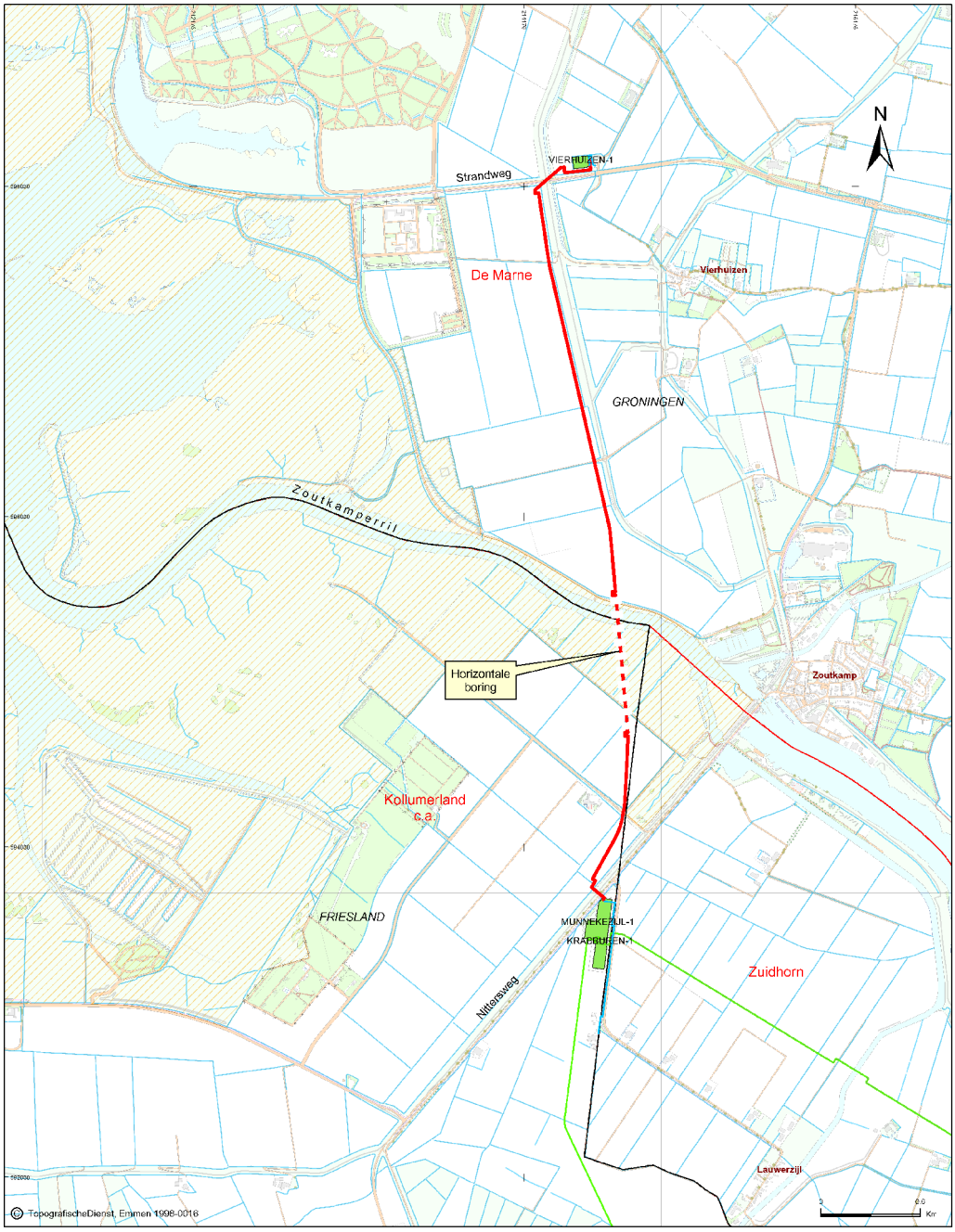
Behalve het voorkeurstracé (langs de dijk en de Gerbrandyweg) zijn diverse alternatieve tracés overwogen [ref. 2.10]:

- leidingtracé door het Lauwersmeer in een gebaggerde geul: dit leidt tot een korter tracé, maar is niet gekozen vanwege de verstoring van de waterbodem (leiding moet in vaste bodem liggen) en grotere constructierisico's (breuk);
- leidingtracé door het Lauwersmeer met behulp van gestuurde horizontale boringen: ook dit alternatief leidt tot een korter tracé, maar is niet geselecteerd in verband met technische risico's samenhangend met de lengte van de benodigde boring. In verband daarmee zou een tijdelijk werkeiland midden in het Lauwersmeer nodig zijn, met alle verstoring van dien tot gevolg;
- leidingtracé via Vierhuizen naar Munnekezijl: dit alternatief voorkomt de noodzaak tot een gestuurde horizontale boring en het kruisen van de Bantpolder. Dit alternatief is niet gekozen wegens de hoge extra kosten en de noodzaak de weg Vierhuizen – Lauwersoog gedurende langere tijd (circa 6 maanden) af te sluiten ten behoeve van constructiewerken. Daarnaast is er door Defensie geen toestemming gegeven om door het militair oefenterrein te gaan.
- leidingtrace ten noorden/westen van de Gerbrandyweg: dit alternatief noodzaakt tot 2 wegkruisingen en werkzaamheden in een gebied met een belangrijke rust- en graasfunctie voor overwinterende gansen.

Tracé Vierhuizen - Munnekezijl

Het transportleidingtracé vormt de verbinding tussen de locatie Vierhuizen en de locatie Munnekezijl.

Vanaf de locatie Vierhuizen buigt het tracé direct westwaarts af. In zuidwestelijke richting worden de voormalige zeedijk en de Strandweg ondergronds schuin gekruist met een gestuurde horizontale boring. Na de boring buigt het tracé in zuidelijke richting op ongeveer 50 meter parallel aan de westzijde van de dijk. De Zoutkamperril en het daar gelegen natuurgebied Lauwersmeer worden ook ondergronds gekruist met een gestuurde horizontale boring. Nabij de locatie Munnekezijl worden de voormalige dijk en de Nittersweg gekruist in respectievelijk een open ontgraving en een persing met een mantelbuis (zie afbeelding 2.7). De ontwerpuitgangspunten zijn uitgewerkt in een trajectstudie die uitgevoerd is door Tebodin [ref. 2.17].



Figuur 2.7: Tracé Vierhuizen – Munnekezijl

In de tracébepaling was de belangrijkste keuze om de west- of oostzijde van de bestaande dijk ter plaatse van Vierhuizen te kiezen. Het tracé aan de westzijde had echter belangrijke voordelen:

- de leiding doorsnijdt minder percelen;
- de leiding kruist minder wegen;
- de dijk en de N361 kunnen in één gestuurde horizontale boring worden gekruist.

De pijplengte nodig om na de gestuurde horizontale boring onder de Zoutkamperril en aanliggende delen van de SBZ Lauwersmeer te kruisen kan goed aan de Noordzijde van het westtracé worden uitgelegd. Een tracé ten oosten van Zoutkamp is aanzienlijk langer en heeft geen andere voordelen, immers dan moet het Reitdiep worden gekruist.

2.2.3 Gasbehandelingsinstallaties

De NAM wil in het kader van milieuverantwoorde duurzame exploratie en productie zo veel mogelijk gebruik maken van de bestaande infrastructuur, al dan niet aangepast aan specifieke eisen. Dit wordt ingevuld door gas op de bestaande

gasbehandelingsinstallaties Anjum en Grijpskerk te behandelen. Hiermee wordt de technische en economische levensduur van de installaties te Anjum en Grijpskerk geoptimaliseerd. De bouw van nieuwe gasbehandelingsinstallaties op de productielocaties is dan niet nodig. Alternatieve (nieuwe) locaties zijn niet overwogen, omdat het gebruik van de bestaande locaties een verder beslag op milieu en ruimte voorkomt.

Continue emissies en de geluids- en externe risicocontouren van de behandelingsinstallaties zullen als gevolg van het produceren vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen niet wijzigen. Tevens zal de behandelingscapaciteit van de installaties niet worden aangepast. Daarmee kunnen de gasbehandelingsinstallaties binnen dit MER verder buiten beschouwing blijven.

2.2.4 Resumé; vaste en variabele aspecten

Zoals hiervoor is aangegeven staan de locaties voor de winning en gasbehandeling vast evenals het transportleidingtracé Moddergat - Anjum. Ten aanzien van de overige twee tracés zijn meerdere varianten overwogen. Deze bleken echter om meerdere en verschillende redenen niet haalbaar en/of geen meerwaarde te bieden. Er zijn geen verdere tracé-alternatieven overwogen, immers alle (milieu)argumenten zijn al afgewogen in een eerder stadium en hebben geleid tot de huidige keuzes. Ook een herafweging heeft niet geleid tot nieuwe argumenten.

Tot slot is er dan nog variatie mogelijk ten aanzien van:
- de periode van aanlegwerkzaamheden en fasering;
- de maatregelen om milieueffecten te minimaliseren.

2.3 Beschrijving voorgenomen activiteit en alternatieven

2.3.1 Inleiding

Zoals hiervoor beschreven, heeft de NAM het voornemen om de gasvoorkomens Moddergat, Nes, Lauwersoog-C, Lauwersoog-Oost, Lauwersoog-West en Vierhuizen-Oost te produceren door de bestaande putten op de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen in gebruik te nemen, waarmee de gasvoorkomens destijds zijn aangetoond. Verder kunnen er in de toekomst mogelijk nieuwe putten geboord worden om de ontwikkeling van de reservoirs te optimaliseren. Het onbehandelde gas wordt afgevoerd naar de gasbehandelingsinstallaties Anjum en Grijpskerk waar het binnen de bestaande capaciteit kan worden verwerkt.

Voor het winnen en transporteren van het gas zullen de volgende activiteiten plaatsvinden:

- voorbereidingsfase
  - aanpassing en onderhoud van bestaande putten op de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen;
  - modificatie van de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen tot productielocatie;
  - aanleg van de (aardgas)transportleidingen;
  - enige jaren na start productie is een extra boring naar het veld Moddergat vanuit de locatie Moddergat voorzien.

- productiefase
  - in gebruik nemen putten;
  - aardgasproductie.

- ontmantelingsfase
  - abandonnering putten en productielocatie;
  - abandonnering transportleidingen.

In deze paragraaf worden de voorgenomen activiteiten per fase in hoofdlijnen beschreven en worden de belangrijkste milieuaspecten beschouwd. In **paragraaf 2.5** zijn de

milieuaspecten nader uitgewerkt en zijn overzichtskaarten per deelproject opgenomen met relevante informatie.

2.3.2 Voorbereidingsfase

De aanpassingen op Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen bestaan uit het repareren en aansluiten van de bestaande putten. Daarnaast is op termijn (enige jaren na start productie) op de locatie Moddergat voorzien in het boren van een nieuwe ontwikkelingsput (naar het Moddergat gasveld).

Activiteiten ten behoeve van putmodificaties en onderhoud
Ten behoeve van de putmodificaties en onderhoud zijn de volgende activiteiten noodzakelijk:

- aanleg van funderingen ter ondersteuning van de boorinstallatie;
- aanbrengen van nieuwe verhardingen en herstel;
- aanvoer en opbouw boorinstallatie;
- uitvoeren putmodificaties/onderhoud;
- afvoer boorinstallatie.

De tijdsduur van een putmodificatie (work-over) waarbij niet wordt geboord, maar alleen de binnenste verbuizing (productieverbuizing) wordt vervangen, bedraagt circa 4 weken. Daarbij zullen de activiteiten continu plaatsvinden. De mogelijkheid bestaat dat het onderste deel van de put niet langer functioneel is. In dat geval zal tevens het onderste deel van de put opnieuw uitgeboord dienen te worden (side-track).
De tijdsduur van het onderhoud en de modificatie bedraagt dan circa 12 weken. Ook booractiviteiten zullen in dag- en nachtdienst plaatsvinden.

De work-over en eventueel benodigde side-track wordt uitgevoerd met behulp van een tijdelijk te plaatsen, demontabele boorinstallatie die na afloop gedemonteerd en afgevoerd wordt. De opbouw duurt ongeveer 10 dagen; het betreft een reguliere boorinstallatie. Verder zijn er op het terrein tijdelijke voorzieningen aanwezig voor het uitvoeren van de booractiviteiten, zoals generatoren voor het opwekken van energie, pompen voor het circuleren van de boorvloeistof, zeven om de gebruikte boorspoeling klaar te maken voor hergebruik, boorpijpen en boorbeitels.

De voorbereidende activiteiten worden uitgevoerd op werkdagen van 7:00 tot 19:00 uur, de booractiviteiten worden in continu dienst uitgevoerd. In **bijlage 2** is één en ander nader toegelicht. De activiteiten zijn vergelijkbaar met de booractiviteiten die eerder op de locaties zijn uitgevoerd.

Geluid
Het gebruik van de boorinstallatie is de meest geluidsbelastende activiteit tijdens de aanlegfase, waarbij in continudienst wordt gewerkt. De belangrijkste geluidsbronnen zijn de generatoren, de aandrijving van de boorstang, de boorspoeling- en cementpompen en het uithalen en inbrengen van de boorstangen.

Om de geluidsemissie te reduceren of hinder voor omwonenden te voorkomen, zijn extra maatregelen noodzakelijk. Op de locaties Moddergat en Lauwersoog worden geluidschermen geplaatst. Deze schermen zijn 10 meter hoog. Op de locatie Moddergat is dat aan de noord- en westzijde, waardoor een woning en het dorp extra bescherming krijgen. Op Lauwersoog worden de schermen rondom geplaatst. Dit biedt extra bescherming aan de bewoners en recreanten op Robbenoort en aan het Waddengebied. Er bevinden zich na deze maatregelen geen woningen binnen de 50 dB(A)-contour bij de drie locaties [**ref. 2.7, 2.8 en 2.9**]. Onnodige piekgeluiden zullen zoveel mogelijk worden voorkomen door aanvullende procedures en instructie van het personeel.

Tevens zullen de booractiviteiten op de locatie Lauwersoog niet plaatsvinden tijdens het recreatie-seizoen (half juni – augustus) om overlast te voorkomen.

Emissies

Voorafgaande aan de work-overs zal de in de put aanwezige vloeisstof verwijderd dienen te worden. Hierbij zal tevens een Clean Enclosed Burner of de alternatieve methode met stikstof worden toegepast, zoals beschreven in **paragraaf 2.3.3**.

Verlichting
Tijdens werkzaamheden worden locaties normaal verlicht door 6 á 8 lichtmasten van 16 meter hoogte die aan de zijkanten van het terrein zijn opgesteld. De lampen zijn altijd zodanig opgesteld dat zij nagenoeg recht naar beneden en op de locatie schijnen. Door de lichtspreiding is het onvermijdelijk dat er vlak naast de locatie ook terrein wordt verlicht. Bij gebruik geluidschermen is het mogelijk om de verlichting aan de binnenzijde van de schermen te monteren. Hierdoor wordt uitstraling op zij volledig voorkomen aan de zijden waar een scherm is geplaatst.

De enige uitzondering is de boortoren. Deze toren is ruim 55 meter hoog en aan de binnenzijde van een van de hoeken voorzien van TL-verlichting. Deze – diffuse – verlichting is noodzakelijk om veiligheidsredenen.

Veiligheid
Veiligheid is een belangrijk aandachtspunt bij het boren. Dit geldt niet alleen voor de boormedewerkers, maar ook voor de omgeving. Maatregelen zijn te verdelen in 2 groepen. Sommige zijn gericht op het voorkomen van incidenten, andere zijn specifiek gericht op het voorkomen van ongewenste gevolgen. De belangrijkste maatregelen bestaan uit het opstellen van een Veiligheids- en gezondheidsrapport en het hebben van een operationeel centraal veiligheidszorgsysteem.

Het veiligheids- en gezondheidsrapport wordt opgesteld door de booraannemer en enkele weken voor de start van de werkzaamheden ter goedkeuring overlegd aan het Staatstoezicht op de Mijnen. Dit rapport omvat een identificatie van risicovolle activiteiten en de wijze om daarmee om te gaan.

Het centrale veiligheidszorgysteem beslaat de organisatie van een centrale veiligheidsafdeling met alle documenten en procedures die daaraan ten grondslag liggen. Een belangrijk onderdeel daarin is het “Permit to Work” systeem. Dit systeem houdt in dat alle afwijkingen van werkinstructies geautoriseerd worden en worden gecoördineerd.

Externe risico’s zijn die risico’s welke invloed op de omgeving kunnen hebben. Het externe risico van een boring bestaat uit het ongecontroleerd uitstromen van vloeistof en/of aardgas uit de put, ook wel een “blow-out” genoemd. De belangrijkste technische maatregel om dit risico te beheersen is de toepassing van de juiste boorvloeistof om uitstroom van gas te voorkomen. Op de locatie is altijd verzwaringsmiddelen aanwezig om, indien nodig, het soortelijk gewicht van de boorvloeistof te kunnen verhogen bij een onverwacht hoge formatiedruk tijdens het boren. Tevens is een zogenaamde Blow-out Preventer op de put gemonteerd. Dit is een uiterst robuuste afsluiter die op de put wordt gemonteerd. De werkzaamheden worden vervolgens uitgevoerd van boven door deze veiligheidsinstallatie. Indien nodig kan deze afsluiter gesloten worden, ongeacht of boorpijpen aanwezig zijn.
Voor elke boring wordt er een specifiek brandbestrijdings en kalamiteitenbestrijdingsplan opgesteld en vooraf doorgesproken met de plaatselijke brandweercommandant. Dit kalamiteitenbestrijdingsplan is op de locatie aanwezig.

Activiteiten ten behoeve van de aanleg
Voor het aanleggen van de productielocatie zijn de volgende activiteiten noodzakelijk:
- inrichten van een tijdelijk aannemerspark en voorzieningen voor het personeel;
- installeren van enkele afsluiters, transportleidingen en meet- en regelapparatuur;
- een transformatorhuisje;
- een installatie voor het verlagen van de gasdruk;
- een pijp voor het afblazen van gas (nodig voor drukvrij maken van de installatie bij onderhoud of onvoorziene omstandigheden).

Bovengenoemde werkzaamheden nemen circa 2 maanden in beslag en worden uitgevoerd op werkdagen van 7:00 tot 19:00.

Installatiedelen worden zoveel mogelijk elders geprefabriceerd en op transporteerbare skids geplaatst. De geprefabriceerde delen worden geplaatst met kranen, passend gemaakt en onderling verbonden door middel van bout- of lasverbindingen.

Activiteiten ten behoeve van de geplande boring bij Moddergat
Op termijn (enige jaren na start productie) is op de locatie Moddergat een extra put voorzien. Hiervoor is het nodig dat daarvoor een aantal voorzieningen getroffen wordt.

De boring bij Moddergat wordt uitgevoerd met behulp van een tijdelijk te plaatsen, demontabele boorinstallatie die na afloop gedemonteerd en afgevoerd wordt. De boorinstallatie wordt opgesteld op het verharde terrein boven de putkelder. Verder zijn er op het terrein tijdelijke voorzieningen aanwezig voor het uitvoeren van de booractiviteiten, zoals generatoren voor het opwekken van energie, pompen voor het circuleren van de boorvloeistof, zeven om de gebruikte boorspoeling klaar te maken voor hergebruik, boorpijpen en boorbeitels. In **bijlage 2** is één en ander nader toegelicht.

Activiteiten ten behoeve van de eventuele toekomstige boring van locatie Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen.
Naarmate de druk in het veld afneemt, neemt ook de gasproductie af. Een manier om de gaswinning doelmatig uit te voeren is het bijboren van extra putten. Voor zover valt te voorzien, geldt dit voor alle drie de genoemde locaties. Gedacht moet worden aan een periode over 5-15 jaar. De effecten zijn vergelijkbaar met die van de side-track en de werkzaamheden vergelijkbaar met die zoals hiervoor beschreven voor de nieuwe put te boren van Moddergat. Het kan nodig zijn dat er een extra boorkelder aangelegd dient te worden waarin de buitenste boorpijp wordt gemonteerd. Voor deze nog niet geplande activiteiten wordt te zijner tijd een revisie van de Wm-vergunning gevraagd.

Activiteiten ten behoeve van aanleg transportleidingen
Het onbehandelde gas van de productielocatie Moddergat en Lauwersoog wordt via respectievelijk circa 7,4 km en 8,7 km lange geisoleerde (aardgas)transportleidingen aangesloten op de gasbehandelingsinstallatie in Anjum.
Het onbehandelde gas van de productielocatie Vierhuizen wordt via een circa 5 km lange (aardgas)transportleiding naar de locatie Munnekezijl (zuid) gebracht. Daar wordt de leiding aangesloten op de bestaande transportleiding, die het onbehandelde ‘natgas’ naar de gasbehandelingsinstallatie in Grijpskerk transporteert.

De transportleidingen die op circa 1 - 1,5 meter beneden maaiveld liggen hebben de volgende specificaties:
- Moddergat – Anjum: diameter 40 cm (16”) en ontwerpdruk 125 bar;
- Lauwersoog – Anjum: diameter 25 cm (10”) en ontwerpdruk 125 bar;
- Vierhuizen – Munnekezijl: diameter 20 cm (8”) en ontwerpdruk 110 bar.

De aanleg van een aardgastransportleiding duurt ongeveer 3 tot 4 maanden. Gedurende die periode wordt niet tegelijkertijd langs het hele tracé gewerkt. De leiding zal voor het grootste gedeelte worden aangelegd in een zogenaamde open ontgraving. Deze aanleg omvat de volgende werkzaamheden:
- uitzetten van het tracé;
- installatie van bronbemaling;
- uitgraven van een sleuf, waarbij grond in lagen wordt weggezet;
- uitleggen van de leiding;
- aan elkaar lassen van de leidingdelen;
- röntgenonderzoek van de leiding;
- in de sleuf hijsen of trekken van de leiding(en);
- per laag terugbrengen van de grond conform de oorspronkelijke bodemgesteldheid.

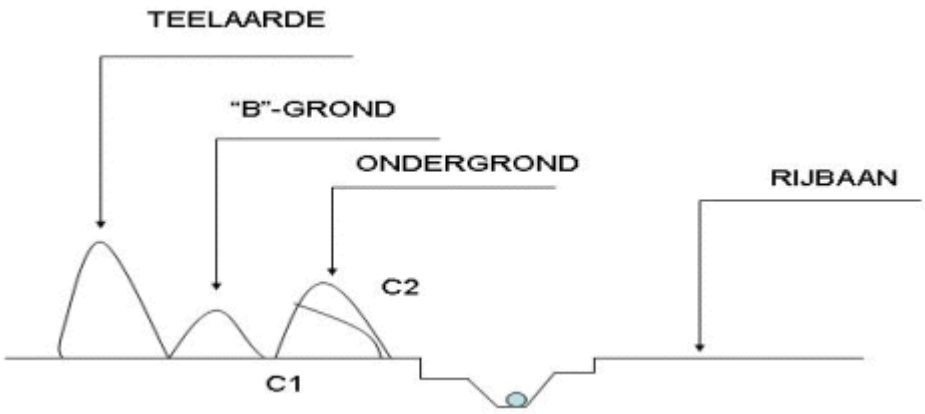
Deze activiteiten verplaatsen zich langs het tracé en worden op werkdagen tussen 7:00 en 19:00 uur uitgevoerd. Het röntgenonderzoek voor de controle van lasverbindingen wordt op geruime afstand van de overige werkzaamheden verricht. De omgeving van het röntgenonderzoek wordt tijdelijk conform de wettelijke voorschriften afgezet. Deze controles leveren geen risico op voor de omgeving. Nadat de gehele leiding is

geïnstalleerd wordt deze op sterkte getest door deze te vullen met water en vervolgens af te persen.

Horizontale boringen
De kruising van 'knelpunten', met name het Lauwersmeer en de Zoutkamperril in verband met de beschermde status (EHS/Vogelrichtlijn), wordt aangelegd met een horizontaal gestuurde boringen (Horizontal Directional Drilling; HDD) vanaf 3 plaatsen. Binnen het trace Lauwersoog-Anjum betreft dat 1 pijpleidingtraject dat vanaf 2 zijden wordt geboord. Het geluid en de verlichting van een horizontale boring is vergelijkbaar met een diepboring. Een belangrijk verschil is echter de tijdsduur van de operatie. De horizontale boringen zullen naar verwachting ca. 10 dagen per boring in beslag te nemen (exclusief aanleg van de tijdelijke boorplaats en opbouw van de installatie. De horizontale boringen zijn aangegeven op de figuren 2.11 en 2.12.

De aanleg van de gastransportleiding langs de Lauwersmeerdijk (en kruising bij Lauwersoog) is alleen toegestaan tussen 1 april en 1 oktober, vanwege het stormseizoen.

Ruimtebeslag en inpassing tijdens constructie
Voor de aanleg van de transportleiding is een werkstrook van circa 20 tot maximaal 35 meter nodig. Deze strook bestaat uit drie stroken: een strook voor de opslag van grond, een strook voor het graven van de sleuf en een strook waar de pijpleiding wordt gemonteerd en voertuigen rijden. In omstandigheden waarin minder ruimte beschikbaar is (dus niet in het open veld) zou men kunnen volstaan met een smallere strook of moeten bijzondere maatregelen worden genomen. Door het toepassen van klein materieel kan de werkstrook worden versmald. Dit heeft echter ook nadelen, zoals intensiever gebruik met als gevolg zwaardere effecten op de gebruikte strook. Deze werkwijze is ook bewerkelijker en kostbaarder, en wordt alleen gekozen indien nodig. In de situatie Lauwersoog-Anjum kan voor delen gebruik gemaakt worden van de openbare weg en wegberm. De werkspoorbreedte is daarmee afhankelijk van de plaatselijke omstandigheden (zie figuur 2.8).



Figuur 2.8: Werkstrook aanleg transportleidingen

Bemalingen en vrijkomend water
De transportleiding zal in een sleuf met circa 1 tot 1,5 meter dekking ofwel 1,5 tot 2 m diep worden aangelegd. Naar verwachting zal gedurende de aanleg van de leiding plaatselijk tijdelijke bemaling noodzakelijk zijn. De hoeveelheid bemaling is afhankelijk van de diepte van de sleuf, de bodemopbouw en de grondwaterstand. Voor leidingsecties die worden uitgevoerd in een horizontale boring is geen bemaling nodig.

Ontgraven van het transportleidingtracé
Het transportleidingtracé loopt voornamelijk langs wegen en door terreinen met een agrarisch gebruik en/of natuur. Daarom kan worden verwacht dat er geen sprake zal zijn van een sterk verontreinigde bodem door industriële activiteiten. De vergraven grond wordt steeds in een strook naast de sleuf in depot gezet. De bovenlaag, die ook de

teelaarde genoemd wordt, de dragende grond (zogenaamde B-laag) en de diepere gronden (C-laag) worden gescheiden gehouden.
De grond zal worden teruggezet in de ontgraven sleuven. De diameter van transportleiding is niet zo groot dat overblijvende grond buiten de locatie verwerkt moet worden. Indien dit toch het geval is zal de grond conform het 'Bouwstoffenbesluit' bemonsterd worden om de toekomstige bestemming te bepalen.
Na de ontgraving en het aanleggen van de transportleiding zal de grond worden teruggebracht in overeenstemming met de oorspronkelijke bodemstructuur. Eventuele herbeplanting zal in overleg met grondeigenaren en beheerders gebeuren. De verdichting in de bovenlaag wordt door middel van spitten of woelen opgeheven. Door deze maatregelen zal verstoring van de bodemstructuur worden beheerst [ref. 2.3, 2.25, 2.26 en 2.27].

Archeologie
Hoewel er geen concrete aanwijzingen zijn voor de aanwezigheid van archeologisch erfgoed in de leidingtracés [ref. 2.2 en 2.18], is het niet uitgesloten, dat onderzoek van het bodemarchief van belang is of dat tijdens de graafwerkzaamheden archeologische vondsten worden gedaan. Indien dit gebeurt bestaat er een wettelijke verplichting tot het zo snel mogelijk melden (binnen 3 dagen) hiervan aan het bevoegd gezag (Monumentenwet 1988, artikel 47).

Natuur
De cultuurtechnische eisen aan de uitvoering en oplevering garanderen dat het bodemprofiel en de daarmee samenhangende hydrologische karakteristieken in principe geen blijvende veranderingen ondergaan. Dit geldt zowel voor de vergraving als de horizontale boring. De aanleg van de transportleidingen kunnen wel gepaard gaan met een tijdelijke verstoring van vogels en het verwijderen van planten van hun oorspronkelijke groeiplaats. De periodes waarin uitvoering zo weinig mogelijk verstoring geeft zijn aangeven in de tabel 2.1.

Leiding	Activiteit	Voorkeur uitvoering	Redenen
LWO-ANJ	Aanleg transportleiding Bantpolder langs Gerbrandyweg	Begin juli - eind oktober	Buiten broedseizoen* en over winter seizoen vogels (winter-gasten), plaggen van orchideeën
LWO-ANJ	Aanleg transportleiding Bantpolder langs Gerbrandyweg	Medio augustus – medio mei	Buiten groeiseizoen van orchideeën
LWO-ANJ	Aanleg transportleiding Lauwersoog-recreatiehaven	Begin september - eind mei	Buiten recreatieseizoen
LWO-ANJ	Horizontale boring voor Spuisluizen Lauwersoog en kruizing dijk	April/mei of September	Buiten storm- en recreatieseizoen
VRH-MKZ	Horizontale boring Zoutkamperril	Begin juli – eind februari	Buiten broedseizoen vogels

* *Bij de invulling van het broedeizoen is uitgegaan van broedvogels die er voorkomen en de periode waarin ze broeden.*

In de oostelijke berm van de Gerbrandyweg (tussen het surfstrand bij de voormalige werkhaven en de kruising met de weg met de voormalige Lauwersmeerdijk) komen beschermde orchideeën voor. De leiding zal dan ook niet in deze berm (tussen Gerbrandyweg en bestaande greppel) worden aangelegd maar in de strook tussen de bestaande greppel en afrastering. De betreffende afrastering zal tijdelijk 15 meter worden verplaatst waardoor een werkstrook ontstaat van circa 20 meter. Ook buiten voornoemde bermstrook komen orchideeën voor als aangegeven op figuur 2.11. In verband hiermee zullen de aanlegwerkzaamheden worden aangepast door de eventueel aanwezige beschermde inheemse planten in dit gedeelte goeddeels te plaggen. Dit zal zoveel mogelijk plaatsvinden in de periode half augustus tot half mei, derhalve buiten het groeiseizoen van de orchideeën. De plaggen worden gescheiden van de ondergrond opgeslagen en na aanleg van de leiding weer teruggebracht.

Na de uitvoering van de werkzaamheden wordt de bovengrond teruggezet op de plaats van herkomst. Deze teelaarde wordt vervolgens niet bemest of ingezaaid maar met een schraal bloemenmengsel ingezaaid. De begroeiing dient zich zoveel mogelijk van nature te herstellen. Door de werkzaamheden zoveel mogelijk aansluitend uit te voeren kan de aanlegduur van de gastranportleiding in dit tracégedeelte worden beperkt tot 3 à 4 weken, in de periode medio augustus tot eind oktober (rekening houdend met vogels en orchideeën).

In verband met het voorgaande wordt eveneens een vergunning op grond van de Flora en Fauna wet aangevraagd.

De drie leidingtracés liggen nabij en deels in of onder beschermde natuurgebieden, met name het Lauwersmeergebied. Een deel van het tracé vanaf Lauwersoog ligt nabij, maar niet binnen, de Waddenzee. Behoud van de natuurwaarden en de beschermingsstatus van het Lauwersmeer als natuurgebied van internationale betekenis is daarom het belangrijkste om rekening mee te houden [ref. 2.3].

De resterende leidingdelen liggen voornamelijk in bouwland en leiden niet tot verstoring van flora of fauna.

Geluid
De aannemer zal gedurende de aanleg van de transportleiding graafmachines en aggregaten gebruiken. De inzet en zwaarte van het materieel zijn afhankelijk van de bodemopbouw. De bodemopbouw is in het cultuurtechnisch onderzoek onderzocht [ref. 2.25-2.27], de werkruimte is een onderdeel van de werkvoorbereiding van de aanleg van de transportleiding [ref. 2.17].
Tijdens de werkzaamheden zal het geluidsniveau 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 flora en fauna te minimaliseren. Deze maatregelen worden onder ‘alternatieven en varianten’ (paragraaf 2.6) nader behandeld.

Verkeer
De aanleg van de transportleiding zal vanwege de aanvoer van materiaal, materieel en personeel een verhoogde belasting van de locale wegen veroorzaken. De overlast van verkeer is beperkt en tijdelijk van aard. De aanvoer van materiaal kan voldoende beheerst worden. Daar waar het tracé langs wegen is gelegen, worden passende maatregelen getroffen om de verkeersveiligheid te handhaven.

Veiligheid
De transportleidingen komen te liggen in gebied met een overwegend agrarische bestemming. In het onderzoek van Tebodin [ref. 2.17] zijn de genomen maatregelen ten behoeve van de veiligheid uitgebreid weergegeven. Dit betreft maatregelen in de ontwerp-, aanleg- en beheerfasen van de transportleiding. Maatgevend zijn de te hanteren bebouwings- en toetsingsafstanden volgens de circulaire ‘Zonering langs hoge druk aardgastransportleidingen’ van het ministerie van VROM (1984), waarin onderscheid in gebiedsklassen wordt gemaakt afhankelijk van de dichtheid van de aanwezige woonbebouwing en/of overige kwetsbare objecten.

In de leidingtracés komt parallelligging aan en kruising van waterstaatswerken (zoals primaire en secundaire waterkeringen) voor. Voor deze situaties gelden aanvullende eisen: “Aanvullende eisen voor leidingen in kruisingen met belangrijke waterstaatswerken” (NEN 3651:2003). Deze eisen (afstand tot waterkering bij parallelligging, grotere wanddikte en toepassing kwelschermen of kleikoffers ter voorkoming van kwel) hebben tot doel het handhaven van het veiligheidsniveau van het waterstaatswerk:

- kruising en parallelligging aan de Zeedijk te Lauwersoog (Lauwersoog-Anjum);
- kruising secundaire waterkering Bantpolder (Lauwersoog-Anjum);
- kruising secundaire waterkering Nittersweg (Vierhuizen-Munnekezijl).

De aanleg van de transportleiding onder of langs dijken zal met de betreffende beheerders worden besproken waarbij belemmeringen met betrekking tot de uitvoeringsperiode worden gerespecteerd. Daar waar het tracé langs wegen is gelegen, worden passende maatregelen getroffen om de verkeersveiligheid te handhaven.

Mogelijke ongevallen met de (aardgas)transportleidingen kunnen leiden tot een lekkage van gas uit de leiding of in het ergste geval tot een leidingbreuk. De mogelijkheid bestaat dat een incident met de transportleiding zich uitbreidt naar de andere leidingen. Alleen wanneer de leidingen bloot liggen, wat veroorzaakt kan worden door werkzaamheden of grondverzetting ten gevolge van een breuk van de transportleidingen, kan deze uitbreiding plaatsvinden. Studie heeft aangetoond dat een lekkage in de transportleiding in de berm van de Lauwersmeerdijk geen aantasting van het dijklichaam geeft [ref. 2.10].

Aan weerszijden van een transportleiding wordt een veiligheidsafstand in acht genomen worden, de zogenoemde toetsingsafstand. Het tracé kent geen knelpunten met betrekking tot zonering. Er zijn geen kwetsbare objecten binnen de bebouwingsafstand gelegen voor de diverse delen van het tracé. Van belang zijnde objecten in de nabijheid van het tracé zijn een vakantiepark en gepland Golf-clubhuis bij Oostmahorn en een gepland clubhuis in de Lauwersmeer jachthaven. Het ontwerp van de leiding, en dan met name de bepaling van de wanddikte van de transportleiding, wordt zodanig uitgevoerd dat aan de voorgeschreven veiligheidseis t.a.v. bebouwingsafstand wordt voldaan.

2.3.3 Productiefase – winning

In gebruik nemen put

Alle eerder geboorde/bestaande putten zijn na de boorfase veiliggesteld. Dat wil zeggen dat het boorgruis is verwijderd, de put productieklaar is gemaakt en een hoeveelheid verzadigd pekelwater (brine = water dat door toevoeging van zout een hoog soortelijk gewicht heeft) in de put gepompt is om voldoende druk op het reservoir te zetten. Vervolgens is de put afgedicht.
Voorafgaand aan de gasproductie moet de pekel uit de put worden verwijderd (het zogenoemde schoon produceren van de put). Bij het schoon produceren wordt de pekel verdrongen door aardgas.

SCHOONPRODUCEREN

Bij de afronding van een proefboring wordt de boorspoeling zoveel mogelijk vervangen door de zogenoemde “brine”. Brine is water dat door toevoeging van zout een hoog soortelijk gewicht krijgt en daardoor “zwaar” genoeg is om te verhinderen dat het gas uit het reservoir stroomt. Brine is eenvoudiger uit de put te verwijderen dan boorspoeling en leidt minder snel tot procesverstoringen als het in de gasbehandelingsinstallatie komt. De volgende stappen worden doorlopen om het brine te verwijderen:

- installeren van de productieverbuizing en het installeren van de topafsluiter;
- doorboren van de betonnen afsluiter;
- opvangen van het uit de put verwijderde brine;
- verwerken/behandelen van vrijkomend gas.

Door het schoonproduceren zodanig te plannen dat de transportleiding en de aansluiting op de behandelingsinstallatie vooraf gereed zijn, kan het schoonproduceren “door de installatie” plaatsvinden. Hierbij wordt het gas via de aardgastransportleiding voor nat gas naar de gasbehandelingsinstallatie vervoerd, waar het wordt behandeld.
Bij deze methode wordt het geproduceerde gas op de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen via een hogedrukscheidingsvat geleid. In het scheidingsvat wordt alle met het gas meegekomen brine opgevangen. Het gas wordt vervolgens via de transportleiding naar de gasbehandelingsinstallatie geleid en wordt aldaar behandeld en geleverd aan Gasunie. De opgevangen brine wordt in druk verlaagd en in een lagedruk opvangvat gestabiliseerd. Hierbij ontsnapt lagedruk gas. Dit lagedruk gas (ca. 2.000 tot 4.000 Nm^3 in circa 12 uur) wordt verbrand in een Clean Enclosed Burner.

In voorgaand tekstkader is het proces van schoonproduceren beschreven. In de voorgenomen activiteit wordt er vanuit gegaan dat via de gasbehandelingsinstallaties (Anjum en Grijpskerk) wordt schoongeproduceerd. Op de productielocaties Moddergat,

Lauwersoog en Vierhuizen wordt tijdens het schoonproduceren van de putten een Clean Enclosed Burner (thermische incinerator) geplaatst. Een alternatieve methode is beschreven in bijlage 2. Voorafgaande aan de work-overs zal ook de in de put aanwezige vloeisstof verwijderd dienen te worden. Hierbij zal tevens een Clean Enclosed Burner of de alternatieve methode met stikstof worden toegepast.

Aardgasproductie
De productielocaties zijn in principe continu in bedrijf. Bij zeer lage gasvraag en tijdens onderhoudswerkzaamheden kan de productie tijdelijk worden stilgelegd. Deze productiestops vinden bij voorkeur gedurende de zomermaanden plaats, rekening houdend met de kleinere gasbehoefte in deze periode.

In bijlage 2 is een beschrijving opgenomen van:
- bedieningsfilosofie voor opstarten en stilleggen van de installatie;
- procescontrole;
- procesbeveiliging;
- inspectie en onderhoud;
- permanente voorzieningen op de productielocaties.

FAKKELEN OP PRODUCTIELOCATIES
Fakkelen op de productielocaties geschiedt alleen bij het schoonproduceren van de putten. Hierbij zal een kleine hoeveelheid gas lokaal worden afgefakkeld met behulp van een Clean Enclosed Burner om zichthinder en het aantrekken van vogels te voorkomen. Indien de productielocaties ten behoeve van onderhoud of storing drukvrij dienen te worden gemaakt zal het gas lokaal worden afgeblazen waarbij een geringe hoeveelheid aardgas vrijkomt.

Geluid
Tijdens de productie van gas is de belangrijkste geluidsbron de drukregelklep. De stroming van het gas maakt een fluitend geluid. Er wordt geluidsisolatie toegepast om de uitstraling van dit geluid te minimaliseren.
Extra geluidsproducerende activiteiten (bijvoorbeeld ten gevolge van onderhoud) zullen zoveel mogelijk plaatsvinden op werkdagen tussen 07:00 uur en 19:00 uur. In bijlage 2 wordt een en ander nader toegelicht. In de geluidsrapporten [ref. 2.7-2.9] is de geluidsbijdrage van de voorgenomen activiteit berekend.

Licht
Gedurende normale productieomstandigheden wordt de installatie 's avonds en 's nachts niet verlicht. Hinderlijke lichtstraling voor de omgeving wordt daarmee voorkomen. Voor routine werkzaamheden en inspecties wordt dit verder beperkt door verlichting niet hoger dan 2,5 meter aan te brengen.

Veiligheid
De locaties zijn ingericht en worden onderhouden conform de daarvoor geldende mijnbouwvoorschriften. In het kader van het 'Besluit externe veiligheid inrichtingen' (Bevi) worden berekening uitgevoerd met betrekking tot het plaatsgebonden risico en groepsrisico bij grote ongevallen (blow-out en well release: zie hiervoor paragraaf 2.5).

De transportleiding wordt tegen overdruk beveiligd in overeenstemming met de bepalingen in de NEN 3650 'Eisen voor de buisleidingsystemen'. De beveiliging voor de transportleiding is volledig onafhankelijk van de overige besturingen en beveiligingen van het proces (zoals omschreven in bijlage 2). De aansluiting op de gasbehandelingsinstallaties is zodanig dat vanuit die installatie de transportleiding niet kan worden blootgesteld aan ontoelaatbare drukken.
Wanneer een defect aan de transportleiding wordt geconstateerd of wanneer er zich een ernstig incident voordoet, zal de leiding aan beide uiteinden met afsluiters worden afgesloten (ingeblokt), en vanaf de betreffende gasbehandelingsinstallatie (Anjum of Grijpskerk) van druk worden gelaten.

Gasbehandeling

De winning van gas van de betreffende velden kan op de behandelingsinstallaties Anjum en Grijpskerk plaatsvinden binnen de bestaande gasbehandelingscapaciteit. Op Anjum zal een slokkenvanger geplaatst worden aan het einde van de transportleiding. Op de locatie Grijpskerk zijn geen aanpassingen noodzakelijk.

FAKKELEN OP BEHANDELINGSINSTALLATIES
Fakkelen op de behandelingsinstallaties Anjum en Grijpskerk geschiedt alleen in zeer uitzonderlijke situaties: bij een storing kan de installatie rondom de plek waar de storing zich voordoet ingesloten en van druk worden gebracht, waarbij het op die plek aanwezige gas wordt verbrand via de fakkel voordat de storing kan worden verholpen. Het fakkelen ten behoeve van onderhoud vindt zoveel mogelijk overdag plaats. Fakkelen als gevolg van storingen, zoals bijvoorbeeld blikseminslag en stroomstoringen is ongepland en kan ook 's nachts plaatsvinden.

2.3.4 Abandonneren (ontmantelen)

Na het beëindigen van de activiteiten op de winninglocatie (rond 2040), zullen de locatie, de putten en de transportleiding worden ontmanteld, het zogenoemde 'abandonneren'. Abandonnering zal plaatsvinden volgens de geldende wet- en regelgeving, inclusief de voorwaarden genoemd in de winnnigsvergunning en afspraken vastgelegd in huurovereenkomsten.

Ondergronds
Enige maanden tot jaren na stoppen van de productie start de NAM met het abandonneren van de putten. Meestal wordt daarvoor een kleine boortoren met hulpapparatuur ingezet. Zoveel mogelijk onderdelen worden uit de putten verwijderd, waarna meerdere 'proppen' van cement en andere materialen worden geplaatst. De verbinding tussen de gasvoerende laag en het oppervlak is dan verbroken. Vervolgens wordt de kwaliteit van het uitgevoerde werk een aantal maanden geobserveerd. Is die goed, dan wordt de put enkele meters onder het maaiveld afgesneden en voorzien van een stalen afdekplaat.

Bovengronds
Na het opruimen van de putten kan het bovengrondse werk beginnen. Een locatie bestaat uit een asfaltverharding, en soms ook beton, met goten voor de afvoer van water en is omsloten door een omheining. Alle aanwezige bovengrondse delen worden verwijderd evenals de bekabeling. De begeleiding van dit werk en rapportage hierover worden door een gespecialiseerd bureau verzorgd. Alleen als het bevoegd gezag overtuigd is dat de grond schoon is en er geen risico bestaat, kan de locatie weer worden overgedragen aan de eigenaar. In uitzonderlijke gevallen kan de locatie herbestemming krijgen waarbij bijvoorbeeld de verharding intact blijft. Ook de transportleiding kan eventueel een andere toepassing krijgen en worden hergebruikt.

2.3.5 Relevante milieuaspecten van de voorgenomen activiteiten

In bovenstaande paragrafen is een beschrijving van de projectactiviteiten tijdens de voorbereiding, productiefase en abandonnering van de locaties beschreven. Om meer inzicht te geven in de milieuaspecten van deze activiteiten en in de voorziene acties en plannen van de NAM om deze effecten te beheersen is hieronder in **tabel 2.2** een overzicht gegeven per fase en soort activiteit.

De tabel geeft ook aan wat de relevantie is van de geïdentificeerde aspecten na toepassing van de reeds voorziene acties en plannen van de NAM. Alle aspecten met een matige of hoge relevantie worden nader beschouwd in **paragraaf 2.5**.

Na de tabel volgt een nadere discussie van een aantal bijzonder relevante milieuaspecten, te weten verkeersbewegingen/routes en landschappelijke inpassing van de voorgenomen activiteit.

Tabel 2.2 Overzicht geïdentificeerde significante milieuaspecten en meer milieuvriendelijke varianten

Fase	Mogelijk relevante milieuaspecten		Relevante voorziene acties en/of plannen van NAM	Relevantie
Voorbereidingsfase				
Aanleg Winnings-locaties	*Ruimtegebruik*	Bestaande exploratielocaties.	Toepassing van ruimte-efficiënt ontwerp op bestaande locaties.	Laag
	Landschappelijke inpassing	Mogelijke aantasting van het landschap door de aanwezigheid van de winningslocaties.	Landschappelijke inpassing in overleg met gemeente en eventuele andere belanghebbenden.	Laag
	Bemalingen en vrijkomend water	Mogelijke beïnvloeding van grond- of oppervlaktewater door bemaling en lozing van water.	Bemalen, controleren en lozen/afvoeren	Matig
	Veiligheid en verkeer	Veiligheid risico's en mogelijke verstoring voor omwonenden door aan/afvoer van materiaal en materieel.	Beheerst door verkeersmaatregelen, en de meest gunstige rijroute	Laag
	Geluid en trillingen	Mogelijke verstoring omwonenden door aan/afvoer materiaal en materieel, verwijdering van asfalt, gebruik van werktuigen en uitvoeren van heiwerkzaamheden.	Transport van materialen en aanleg locatie overdag laten plaatsvinden	Matig
	Bodem	Mogelijke vervuiling van de locatie door lekkage en morsen	Bodembeschermende maatregelen volgens NRB	Laag
	Flora en fauna	Mogelijke verstoring van flora en fauna, zoals vogels, als gevolg van aanleg en heiwerkzaamheden.	Toepassing van ruimte-efficiënt ontwerp op bestaande locaties. Uitvoering overdag van 7.00 tot 19.00 uur.	Laag
Aanleg Gastransport-leiding	*Ruimtebeslag tijdens constructie*	Ruimtegebruik door aanleg gastransportleiding in agrarisch gebied.	Werkstrook en aanpassing van de werkmethoden aan de omstandigheden.	Laag
	Bemalingen en vrijkomend water	Bemaling mogelijk verwacht, echter niet voor leidingsecties welke d.m.v. HDD worden uitgevoerd. Mogelijke beïnvloeding van grond- of oppervlaktewater door bemaling en lozing van water.	Bemalen, controleren en lozen.	Matig
	Landschappelijke inpassing	Mogelijke aantasting van het landschap door ontgraven van grond en ergens anders op te slaan.	Opslaan van grond in lagen en herstel in oorspronkelijke structuur.	Laag
	Verstoring Archeologische waarden	Mogelijke aantasting van eventueel aanwezige archeologische waarden door ontgraven van gastransportleiding	Overleg met Rijksdienst voor Oudheidkundige Bodemonderzoek (ROB) indien sporen worden aangetroffen.	Matig
	Geluid en trillingen	Mogelijke verstoring van omwonenden door aan/afvoer materiaal en materieel en gebruik van werktuigen, inclusief de boorinstallatie voor horizontale boringen.	Beheersen geluidsemissie d.m.v. toepassing geluidsarm materieelen geen verstorende werkzaamheden tijdens broed- en overwinter seizoen	Hoog
	Veiligheid en verkeer	Veiligheid risico's en mogelijke verstoring voor omwonenden door aan/afvoer van materiaal en materieel.	Beheerst door verkeersmaatregelen in overleg met wegbeheerder en door maatregelen in de ontwerp-, aanleg- en beheerfase van de gastransportleiding.	Laag
	Flora en fauna	Mogelijke verstoring van flora en fauna, zoals vogels en orchideen, als gevolg van ontgraven gastransportleiding.	Beheerst door geen verstorende werkzaamheden tijdens broed- en overwinter seizoen indien gevoelige gebieden en plaggen van orchideeën.	Matig
Putmodificaties / sidetrack en/of boren	*Emissies naar de lucht*	Luchtvervuiling als gevolg van dieselgeneratoren, transport mensen en materieel/materiaal en de diffuse C_XH_X emissie van aardgas uit boorspoeling	Gebruik van diesel met ultralaag zwavelgehalte (0,005%). Gebruik Clean Enclosed Burner.	Matig

Fase	Mogelijk relevante milieuaspecten		Relevante voorziene acties en/of plannen van NAM	Relevantie
	(Afval)water	Mogelijke vervuiling van hemelwater tijdens de boring.	Verontreinigd hemelwater wordt opgevangen in gotenstelsel met gesloten hoekbak en met tankauto's naar een erkende verwerker afgevoerd.	Matig
	Vaste en vloeibare afvalstoffen	Mogelijke vervuiling van omgeving door boorgruis.	Scheiden, hergebruik en afvoeren naar erkende verwerker.	Laag - Matig
	Geluid en trillingen	Mogelijke verstoring van omwonenden als gevolg van generatoren, aandrijving van de boorstang, mud- en cementpompen en het uithalen en inbrengen van boorstangen.	Voorkomen van onnodige piekgeluiden door aanvullende procedures en instructies aan boor-personeel. Op Lauwersoog boren buiten zomer (recreatie) seizoen. Toepassen van geluidsschermen op Lauwersoog en Moddergat.	Matig - Hoog
	Licht	Mogelijke lichthinder voor omgeving (fauna) en omwonenden.	Vermijden van directe instraling naar omgeving en omwonenden door opstelling lampen en toepassen geluidswanden op locatie Lauwersoog om ook lichtuitstraling te reduceren.	Matig - Hoog
	Veiligheid proces en verkeer	Veiligheid risico's als gevolg van af- en aanrijden van vrachtwagens (verkeer) en als gevolg van een mogelijke blow-out (het ongecontroleerd vrijkomen van gas uit de ondergrond; proces).	Tijdelijke opstelplaatsen voor vrachtauto's en bespreking veiligheidsmaatregelen met wegbeheerder; maximale risicobeperking van blow-out en calamiteitenplan.	Matig
	Flora en fauna	Mogelijke verstoring van fauna, zoals vogels, als gevolg van geluid en trillingen tijdens boring.	Beheerst door geen verstorende werkzaamheden tijdens broedseizoen indien broedende vogels in nabijheid.	Matig
Productiefase				
	Energie	Belang van zuinig gebruik van energie.	Conform stand der techniek en Meerjarenafspraak Energieverbruik.	Laag
	Emissies naar de lucht	Mogelijke luchtvervuiling als gevolg van gaswinning en –behandeling: bij 1ste keer opstarten van installatie: schoon-produceren en diffuse emissies bij kleppen.	Tijdens in productie nemen: Clean Enclosed Burner (CEB) voor schoonproduceren (affakkelen gas). Testen putten via behandelings installatie. Geen continue procesemissies.	Matig
	(Afval)water	Mogelijke verontreiniging van hemel-, grond- of oppervlaktewater door lekkages en morsen.	Schoon hemelwater laten afstromen naar oppervlaktewater, vervuild hemelwater opvangen en afvoeren naar erkende verwerker.	Matig
	Vaste en vloeibare afvalstoffen	Mogelijke vervuiling van omgeving.	Vloeibare afvalstoffen zoals door schoonproduceren en afgewerkte en hydraulische olie en/of vervuilde methanol opvangen en afvoeren. In principe geen vaste afvalstoffen, in geringe mate huishoudelijke afval	Matig

Fase	Mogelijk relevante milieuaspecten		Relevante voorziene acties en/of plannen van NAM	Relevantie
	Bodem	Mogelijke vervuiling van de locatie door lekkage en morsen.	Bodembeschermende maatregelen volgens NRB, zoals vloeistofkerende vloer bij installaties, vloeistofkerende verharding en/of opvang bij mogelijke lekkage plekken, en monitoringsyteem bestaande uit peilbuizen voor bewaken bodem- en grondwaterkwaliteit	Laag
	Veiligheid en verkeer	Veiligheid risico's en mogelijke verstoring voor omwonenden door aan/afrijden van vrachtwagens.	Zeer gering aantal vervoersbewegingen: 1 x week voor normaal bedrijf, onderhoud en aanvoer van hulpstoffen; enkele keren per jaar voor aanvoer van methanol en af en toe voor afvoer van water uit hoekwaterbak, d.m.v. vacuümtankauto	Laag
	Geluid en trillingen	Mogelijke verstoring van omwonenden door drukregelklep en incidenteel tijdens onderhoud.	Toepassing van geluidsisolatie, Onderhoudswerkzaam-heden zoveel mogelijk overdag tijdens werkdagen tussen 7.00 en 19.00 uur	Matig
	Licht	Mogelijke lichthinder voor omgeving (fauna) en omwonenden.	's Nachts geen poortverlichting	Laag
	Visuele hinder	Zichtbaarheid installatie.	Landschappelijke inpassing	Laag
	Procesveiligheid	Veiligheid risico's als gevolg van een mogelijke blow-out (het ongecontroleerd vrijkomen van gas uit de ondergrond; proces).	Procesbeheers- en repressiemaatregelen en calamiteitenplan	Matig - Hoog
Productie-fase Gas-transport-leiding	*Warmte*	Warmtestraling naar bodem als gevolg van normale temperatuur van het gas (max. 100 ^{0}C).	Isolatie van gastransportleiding	Laag
	Veiligheid	Veiligheid risico's door breuk in de gastransportleiding en daarmee gaslekkage als gevolg van interne en externe corrosie, overdrukken, en grondwerkzaamheden door derden of falen nabijgelegen transportleiding.	Ontwerp en beveiligingen conform normen, zoals kunststofcoating van leiding, overdrukbeveiliging, aanmelding grondwerkzaamheden bij Kabel Leiding Informatie Centrum (KLIC) en actieve controle door NAM op deze werkzaamheden	Matig
Abandonnering				
Abandon-nering van putten en locaties	*Geluid en trillingen*	Mogelijke verstoring van omgeving en omwonenden door materiaal en materieel gedurende werkzaamheden met work-overrig, sloop en afvoer.	-	Laag
	Landschappelijke inrichting	Herstel van het landschap door terugbrengen in oorspronkelijke landschappelijke toestand.	-	Laag
Abandonnering van gastransport-leiding	*Ruimtebeslag tijdens abandonnering*	Ruimtegebruik door ontgraven gastransportleiding.	Werkstrook en aanpassing van de werkmethoden naar omstandigheden	Laag
	Landschappelijke inpassing	Mogelijke aantasting van het landschap door ontgraven van verontreinigde grond en ergens anders op te slaan.	Opslaan van grond in lagen en herstel in oorspronkelijke structuur	Laag
	Geluid en trillingen	Mogelijke verstoring van omwonenden door aan/afvoer van materieel en afvoer van sloopmaterialen.	Beperken door aanpassen rijroute en plannen van rijtijden	Laag
	Veiligheid en verkeer	Veiligheid risico's en mogelijke verstoring voor omwonenden door aan/afvoer van materieel en afvoer sloopmateriaal.	Beheerst door verkeersmaatregelen	Laag

Fase	Mogelijk relevante milieuaspecten		Relevante voorziene acties en/of plannen van NAM	Relevantie
	Flora en fauna	Mogelijke verstoring van flora en fauna, zoals vogels, als gevolg van opgraven gastransportleiding.	Beheerst door geen verstorende werkzaamheden tijdens broedseizoen indien broedende vogels langs trace.	Matig
	Landschappelijke inrichting	Herstel van het landschap door terugbrengen in oorspronkelijke landschappelijke toestand.	-	Laag

Bij voorbereidings- en productiefase spelen meerdere milieueffecten een rol. De belangrijkste effecten hangen samen met de aanleg van aardgastransportleidingen en de booractiviteiten. Van de in de vorige paragraaf geïdentificeerde raakvlakken met het milieu zijn de volgende onderwerpen als mogelijke relevant aangemerkt (zie ook **tabel 2.2)**:

- verstoring van omwonenden en fauna rondom de boorlocaties door geluid en door aanleg van een transportleiding;
- desoriëntatie van trekvogels door installatieverlichting;
- verstoring van landschap en recreanten door visuele verstoring en recreanten door transport;
- risico's bij boren en productie (met name de kans op een blow-out)
- lichte aardbevingen en bodemdaling

Effecten als gevolg van optredende bodemdaling wordt niet in dit hoofdstuk beschreven, maar separaat behandeld in de hierna volgende hoofdstukken voor het Waddensysteem en het Lauwersmeer.

De relevante milieuaspecten voor het opruimen van de transportleiding zijn in grote lijnen gelijk aan die voor de aanleg van de transportleiding. Omdat inzichten, technieken en methoden in 20 jaar ingrijpend kunnen wijzigen zal deze fase verder niet in het MER behandeld worden.

2.3.6 Alternatieven en varianten

In een milieueffectrapport worden in beginsel geen alternatieven besproken waarvan tevoren reeds duidelijk is dat zij minder milieuvriendelijk zijn dan de voorgenomen activiteit.

Varianten aanlegfase

Er zijn geen milieuvriendelijkere alternatieve locaties die aan de doelstelling van de voorgenomen activiteit voldoen. De hoofdreden is dat de locaties fysiek reeds in gebruik zijn. Andere locaties zouden het verwerven van andere grond, het uitvoeren van nieuwe boringen en het abandonneren van de bestaande locaties vergen. Hieraan zijn belangrijke nadelen voor het milieu verbonden, die niet opwegen tegen het aanleggen van andere locaties in de omgeving. De locaties zijn reeds aangelegd. Zoals aangegeven in **paragraaf 2.2** is het transportleidingtracé Moddergat – Anjum na zorgvuldige afweging in het verleden reeds goedgekeurd. Ten aanzien van de overige twee tracés zijn meerdere varianten overwogen. Deze bleken echter om meerdere en verschillende redenen niet haalbaar en/of geen meerwaarde te bieden. Er zijn geen verdere tracéalternatieven overwogen, immers alle (milieu)argumenten zijn al afgewogen in een eerder stadium en hebben geleid tot de huidige keuzen. Ook een herafweging heeft niet geleid tot nieuwe argumenten.

Tot slot is er dan nog variatie mogelijk ten aanzien van:

- de periode van aanlegwerkzaamheden en fasering;
- de maatregelen om milieueffecten te minimaliseren.



Aanleg locaties en boringen

Transport
Tijdens de aanlegfase is er tijdelijk overlast door frequente transportbewegingen. Er zal worden zorggedragen voor een routeplan dat de dorpskernen ontziet. Dit speelt met name bij Moddergat waar de zuidelijke route gebruikt moet worden. Bij Lauwersoog is afstemming met recreatieverkeer van belang.

Geluid
Geluidsemissies tijdens aanleg en boren kunnen worden beperkt tot een minimum door gebruik te maken van geluidarme apparatuur en waar nodig door afscherming.
In plaats van (gewoon) heien kunnen schroefpalen worden toegepast.

Licht
Vanuit veiligheidsoverwegingen moet er tijdens het boren licht aanwezig zijn op die delen van de boorinstallatie waar wordt gewerkt. De lichtinstraling op de omgeving kan worden beperkt door de verlichting goed te richten. En om minder lichtuitstraling naar buiten de locatie te laten plaatsvinden kunnen de lampenkappen op de lichtmasten worden voorzien van zijkappen. De lichtuitstraling naar opzij wordt dan geminimaliseerd. Nadeel is dat er dan op het werkgebied donkere plekken ontstaan vanwege de geringe spreiding op de locatie en er meer lichtmasten nodig zijn aangevuld met (gerichte) lokale verlichting.

Aanleg transportleidingen

Bemaling
Om vast te stellen hoeveel water zal moeten worden verpompt en wat de kwaliteit zal zijn is onderzoek uitgevoerd door het bureau Oranjewoud. Onderzocht is de opbouw van de bodem, de porositeit en de grondwatersamenstelling. Hieruit blijkt dat de toplaag langs het overgrote deel van het traject bestaat uit klei. De te bemalen hoeveelheden water zijn daardoor klein. Alleen nabij de spuisluizen is de bodem zandig en nemen de hoeveelheden toe. Het zoutgehalte varieert. Bemaling in dit gebied leidt ook tot enige verlaging van de grondwaterstand tot een afstand van maximaal 100 meter van de onttrekking. Langs de overige delen van het traject is die beïnvloeding minder dan 10 meter.

Geluid
Verstoring door de aanleg van de gastransportleidingen van de aanwezige broedende en/of pleisterende vogels kan worden beperkt door buiten het broed- en trekseizoen te werken.

- In en nabij kwetsbare gebieden, met name het Lauwersmeer (Hoek van de Bant en Zout-kamperril) wordt buiten het broedseizoen van de vogels, dus in principe niet tussen begin maart en eind juni, gewerkt. Tevens wordt bij de Hoek van de Bant niet gewerkt tijdens de overwinter seizoen van vogels (wintergasten).

- In overwegend agrarisch gebied kan als mitigerende maatregel de vestiging van akker en weidevogels worden voorkómen door de toekomstige werkstrook tijdig om te zetten, af te dekken met landbouwplastic of het aanbrengen van ritselfolie en schriklinten indien daar de werken wel in de periode half februari tot half juni moeten worden uitgevoerd. Ritselfolie en schriklinten hebben een ‘houdbaarheid’ van 3 tot 4 weken, daarna treedt gewenning op en kunnen alsnog broedgevallen optreden.

Horizontale boringen
Ten aanzien van de twee HDD-boringen (Horizontal Directional Drilling) geldt aanvullend, in verband met de vereisten die samenhangen met Milieubeschermingsgebied (“stiltegebied”), dat er maatregelen getroffen dienen te worden (geluidsniveau materieel, afmetingen, opstelling en afscherming bronnen). Zonder maatregelen ligt de 40 dB(A)-contour op 510 meter van de bron. Voor zowel de aanlegperiode wordt overleg gevoerd met de grondeigenaren en vergunningverleners [ref. 2.17]. Alternatief zouden er geluidsschermen geplaatst kunnen worden.

Landschap
De gastransportleidingen van Moddergat en Lauwersoog in het tracé onder de toekomstige golfbaan ten noorden van de Anjum locatie zullen gelijktijdig voor aanleg van de golfbaan worden aangelegd om verstoring te minimaliseren.

Productiefase

Schoonproduceren
Ten aanzien van het schoonproduceren is als alternatief voor toepassing van een Clean Enclosed Burner het gebruik van stikstof voorzien. Stikstof wordt dan gebruikt in plaats van gas om de brine uit de put te verwijderen (zie bijlage 2).

Licht
De locatieverlichting tijdens de productie beperkt zich tot een zwakke verlichting van de toegangspoort.

Geluid
Geluidsemissies tijdens productie zijn beperkt als aangegeven in de geluidsprognoses en betreffen het ruisen van gas door de installatie.

Ontmanteling (abandonnering)
In principe wordt het terrein zo veel mogelijk teruggebracht in de oorspronkelijke toestand. In Vierhuizen en Moddergat is met dat doel de aanwezige toplaag weggezet naast de locatie. Op deze wijze kan volledig herstel plaatsvinden met behoud van bodemsamenstelling. Te Lauwersoog is de locatie gevestigd op een kunstmatig aangelegd haventerrein. Het is lastig 30 jaar vooruit te kijken in deze bedrijfsmatige omgeving. De ontmanteling zal daar plaatsvinden in overleg met de eigenaren en mogelijk toekomstige gebruikers. Abandonnering zal plaatsvinden volgens de geldende wet- en regelgeving inclusief de voorwaarden genoemd in de winningsvergunning en afspraken vastgelegd in huurovereenkomsten.

2.4 Beschrijving referentiesituatie vaste land: tracés en productielocaties

2.4.1 Natuur

Tracés (aardgas)transportleidingen
De kenmerken van het Lauwersmeer als beschermd natuurgebied worden uitgebreid beschreven in hoofdstuk 4 van dit MER en in de als bijlagen bij dit MER gevoegde achtergrondrapporten “Natuur en Habitattoets, toetsing van aanleg van drie gastransportleidingen rond het Lauwersmeergebied aan natuurbeschermende wetgeving” (Oranjewoud, 24 augustus 2005) [ref. 2.3]] en “Ontwikkelingen en huidige situatie van natuurwaarden in het Lauwersmeer, een verkenning van de natuurwaarden en de mogelijke effecten van bodemdaling door gaswinning” (Altenburg&Wymenga ecologisch onderzoek, september 2005) [ref. 2.29].

Beschermd natuurgebied
De levende natuur in het gebied is temeer van belang omdat het Lauwersmeer:
- beschermd is op grond van de Europese Vogelrichtlijn (Vogelrichtlijngebied);
- beschermd is als (Staats)natuurmonument;
- de status heeft van Nationaal Park;
- deel uitmaakt van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS);
- soorten herbergt die strikt beschermd zijn op grond van de Flora- en faunawet;
- delen zijn aangemerkt als stiltegebied.waarvoor een grenswaarde (dag) geldt van 40 dB(A)

Gezien de mogelijke effecten zijn vooral van belang:
- het open water bij Lauwersoog en omgeving (horizontaal gestuurde boring);
- de Hoek van de Bant en omgeving (opensleuf);
- de omgeving van de Zoutkamperril (horizontaal gestuurde boring).

De Hoek van de Bant in het uiterste noordwesten van het aangewezen gebied vormt een belangrijk voedselgebied voor brandgans en rotgans.
De slenken van het Lauwersmeer vervullen een belangrijke functie als nachtelijke slaapplaats (en overdag als rust- en drinkplaats) voor tienduizenden ganzen en honderden zwanen die in de wijde omgeving voedselzoeken (Brandgans, Kolgans, Grauwe gans, Kleine zwaan). Dezelfde plekken worden overdag ook als rustplaats gebruikt door grote aantallen pijlstaart, smient en wilde eend.
De slenken zijn verder van belang als voedselgebied voor zwemeenden als Smient, Wintertaling, Pijlstaart en Slobeend. Eveneens worden hier de Grote zilverreiger en Kleine zilverreiger hier gezien. Kleine zwaan en Wilde zwaan, die in het najaar in het gebied pleisteren, foerageren op oogstafval en wortelknolletjes van (ondergedoken) fonteinkruiden die vooral in de ondiepe wateren en slenken in het oostelijk deel van het gebied worden aangetroffen (met name Jaap Deensgat, Vlinderbalg, Babbelaar, Zoutkamperril). Ook andere plantenetende watervogels foerageren op deze fonteinkruidvelden (Krakeend, Tafeleend, Meerkoet).
Visetende watervogels (Fuut, Aalscholver, Nonnetje, Dwergmeeuw) en benthoseters (Kuifeend, Brilduiker) foerageren verspreid in de diepere wateren van het Lauwersmeer.
De Slechtvalk is vooral aanwezig op de noordelijke platen maar andere vaste plekken van deze soort zijn Bantpolder en Ezumakeeg. Noordse stern en Kluut nestelen op de Bantswal (beide), Hoek van de Bant (Noordse stern), Schildhoek en Ezumakeeg (Kluut).
De Grauwe kiekendief nestelt ook in de smalle rand langs de Zoutkamperril.

De Bantpolder is broedgebied voor Visdief en Noordse stern en kritische weidevogels. In de winter wordt in de polder gefoerageerd en gerust door vooral Brandganzen en Rotganzen en eenden. De aantallen Slechtvalken kunnen oplopen tot 5 á 7, waarbij het vermoeden bestaat dat een deel van niet-wilde herkomst is.

Het open water van het Lauwersmeer in het noord-westen wordt gebruikt door kleine aantallen benthoseters zoals Brilduiker en Kuifeend en door lage aantallen visetende watervogels, zoals Fuut, Aalscholver, Middelste- en Grote Zaagbek en Nonnetje. Grote aantallen Dwergmeeuwen zijn hier in recente jaren niet meer waargenomen. In de Hoek van de Bant broeden Grutto en Tureluur en minder kritische akker- en weidevogels.
Langs de Zoutkamperril broeden diverse kwetsbare moerasvogels als Roerdomp, Blauwborst en Baardman en de Grauwe kiekendief nestelt er.

Ook buiten het Lauwersmeer is gekeken naar beschermde soorten:

- Beschermde planten zijn aangetroffen. De Kaardenbol groeit in het werkterrein van de Esonstad in wording nabij de locatie Anjum. In de berm van de Gerbrandyweg tussen het surfstrand bij de voormalige werkhaven en de kruising van de weg met de voormalige Lauwerszeedijk groeien enkele duizenden Brede orchissen en Rietorchissen.
- Strikt beschermde soorten zoogdieren met uitzondering van de Meervleermuis, zijn niet waargenomen.
- Aangezien het water van het Lauwersmeer zelf niet doorkruist wordt, is het voorkomen van vissen voor deze studie niet relevant. In de kavelslootjes in de bouwland gebieden en de bermgreppel langs de Gerbrandyweg zijn Gewone pad, Groene kikker en Bruine kikker en Driedoornige stekelbaars aangetroffen, echter de gunstige staat van instandhouding van de aanwezige en amfibieën loopt geen gevaar door de ingreep.
- De terreinen van de leidingtracés zijn ongeschikt voor reptielen. Het voorkomen van de Ringslang in het Lauwersmeer wordt wel mogelijk geacht, maar de werkstrokentracés bevatten geen geschikte plaatsen voor broedhopen.
- Vanwege het biotoop in het plangebied zijn geen beschermde lagere diersoorten te verwachten.
- Op de akkers, die veelal diep ontwaterd worden zijn Kievit, Scholekster, Graspieper en Gele kwikstaart aangetroffen tijdens de bezoeken. Op het grondgebied van de familie Streekstra achter de Skanserwei nabij Oostmahorn werd in een kavelslootje waar de leiding naar Anjum komen moet, een territorium van een Blauwborst vastgesteld. In de rietzomen langs kavelsloten waren verder territoria van Rietgors, Kleine karekiet en Bosrietzanger aanwezig. In de greppelsloot langs de Gerbrandyweg huisden ook deze soorten en voorts waren daar territoria van Grasmus

en Rietzanger aanwezig. In deze berm scharrelen ook pullen van steltlopers zoals Grutto, Tureluur en Kievit rond.

Productielocaties
De productielocaties liggen in de nabijheid van twee belangrijke natuurgebieden met een beschermde status. De locaties Moddergat en Lauwersoog liggen nabij de Waddenzee en de locaties Lauwersoog en Vierhuizen nabij het Lauwersmeergebied. Beide gebieden en de omgeving ervan kenmerken zich door een rijk vogelleven en zijn strikt beschermd (zie hiervoor hoofdstuk 3 en 4). Met name de bescherming op grond van de Europese Habitat- en/of Vogelrichtlijn is relevant vanuit het perspectief van externe werking (effecten van buiten op de Speciale beschermingszones). Hoewel vogels het hele jaar aanwezig zijn, zijn de belangrijkste tijdstippen c.q. gevoeligste perioden die van:

- het broedseizoen (maart-juni);
- het trekseizoen (maart-april en september-november).

2.4.2 Landschap en archeologie

Transportleidingtracés

Archeologie
Voor het leidingtracé in Groningen (Vierhuizen – Munnekezijl) is een bureauonderzoek en inventariserend veldonderzoek uitgevoerd [ref. 2.18]. Voor de twee tracés in Friesland (Lauwersoog – Anjum en Moddergat - Anjum) is eveneens een bureauonderzoek en veldonderzoek uitgevoerd [ref. 2.2]. Beiden zijn als achtergronddocument bij dit MER beschikbaar.

Het gebied ter plaatse van de Leidingtracés bestaat uit jonge zeekleigronden. In de directe omgeving (op circa 600 meter ten westen van het tracé nabij Vierhuizen) van Vierhuizen – Munnekezijl bevindt zich één terrein met archeologische status: een overslibde nederzetting uit de Vroege Middeleeuwen [ref. 2.18].
In de directe (zie tabel 2.3) omgeving van Anjum – Moddergat en Anjum – Lauwersoog bevinden zich meerdere gebieden met een archeologische status en zijn meerdere waarnemingen bekend [ref. 2.2].

Tabel 2.3. Overzicht van geregistreerde terreinen met archeologische status rond het onderzoeksgebied.

CMA-code	Monument nummer	Object	Begin periode	Eind periode	Archeologische status (AMK)
2G-003	7434	Huisterp Langgrousterwei	Late Middeleeuwen	Late Middeleeuwen	Zeer hoge waarde
2G-004	429	Terp Paesens, Lytse Wei	Late Middeleeuwen	Late Middeleeuwen	Zeer hoge waarde, beschermd
2G-005	431	Terp Paesens, Boltawei	Late Middeleeuwen	Late Middeleeuwen	Zeer hoge waarde, beschermd
2G-008	1575	Huisterp Boltawei	Late Middeleeuwen	Late Middeleeuwen	Zeer hoge waarde, beschermd
2G-017 en 6E-049	14999 en 407	Terp Anjum-Noordwest	Late Middeleeuwen	Late Middeleeuwen	Zeer hoge waarde
6E-008	409	Terp Skanserwei	Late Middeleeuwen	Late Middeleeuwen	Zeer hoge waarde, beschermd
6E-009	7818	Terp Skanserwei	Late Middeleeuwen	Late Middeleeuwen	Zeer hoge waarde
6E-011	411	Terp Abbewier	Late Middeleeuwen	Late Middeleeuwen	Zeer hoge waarde, beschermd

De kans op het aantreffen van archeologische resten uit de Steentijd tot en met de Middeleeuwen is in het gehele onderzoeksgebied laag. Voor archeologische resten vanaf de Vroege Middeleeuwen heeft het gebied Vierhuizen – Munnekezijl een middelmatige archeologische verwachting, met name voor overslibde nederzettingen [ref. 2.18]. Het gebied van Anjum – Moddergat en Anjum – Lauwersoog heeft voor de Late Middeleeuwen en wat hogere verwachting. Er liggen twee vindplaatsen grenzend aan het tracé (2G-003 en 6E-011: zie tabel 2.3). Deze terreinen bevatten archeologische resten daterend uit de Late Middeleeuwen [ref. 2.2].

Veiligheid
De leidingen komen te liggen in gebied met een overwegend agrarische bestemming. Wel is er aandacht nodig voor de volgende autonome ontwikkelingen [ref. 2.17]:

- toekomstig clubhuis golfbaan Oostmahorn (Moddergat – en Lauwersoog – Anjum);
- toekomstig clubhuis bij de jachthaven Lauwersoog (Lauwersoog – Anjum);
- toekomstige dijkverzwaring (Lauwersoog – Anjum).

Productielocaties
De locatie Moddergat is gelegen in de gemeente Dongeradeel in de provincie Fryslân. De locatie ligt in een agrarisch cultuurlandschap ten zuidwesten van het dorp Moddergat op een afstand van circa 800 meter van de dorpskern. Pal ten noorden van de locatie, op een afstand van circa 400 meter, ligt de primaire waterkering (waddendijk) en het wad.

De locatie Lauwersoog ligt in het meest oostelijke deel van de haven van Lauwersoog aan de buitenzijde en de voet van de primaire waterkering (zeedijk). De locatie maakt deel uit van een bedrijventerrein met een geluidzonering. Aan de noord- en westzijde van de locatie zijn diverse bedrijven gevestigd en windmolens geplaatst. Rond de locatie loopt een weg.
De locatie Vierhuizen is gelegen in het agrarische gebied ten oosten van het Lauwersmeer juist ten noordwesten van het dorp Vierhuizen. De locatie ligt aan de noordzijde van de N361 juist ten oosten van de kruising van de weg met de Oude Provinciale Dijk.

Er zijn geen (beperkt) kwetsbare objecten aanwezig nabij de productielocaties. Bij locatie Lauwersoog zijn een naburig bedrijf en aanlegsteiger als gevoelig object aan te merken. Op circa 200 meter van de locatie Moddergat bevinden zich enkele boerderijen. Bij Vierhuizen is de afstand nog groter (meer dan 300 meter) [ref. 2.13-2.15].

2.4.3 Lichte aardbevingen

De winning van aardgas gaat gepaard met een daling van de druk in de ondergrond. Dit soort spanningsverandering kan leiden tot plotselinge bewegingen langs bestaande breuken, waardoor een lichte aardbeving plaatsvindt.

Sinds het begin van de jaren negentig hebben verschillende instanties, waaronder de overheid, kennisinstituten en mijnbouwmaatschappijen, zich gezamenlijk met deze problematiek bezig gehouden. Bevindingen zijn ondermeer gedocumenteerd in een aantal rapportages zoals “Eindrapport multidisciplinair onderzoek naar de relatie tussen Gaswinning en Aardbevingen in Noord-Nederland; Begeleidingscommissie Onderzoek Aardbevingen, 1993“ [ref. 2.24], “De relatie tussen schade aan gebouwen en lichte ondiepe aardbevingen in Nederland; TNO Bouw, 1998” [ref. 2.23] en “Seismisch risico in Noord-Nederland; de Crook et al., KNMI, 1998” [ref. 2.21].

In respons op het in het Mijnbouwbesluit gestelde met betrekking tot het uitvoeren van een risico analyse omtrent bodemtrillingen als gevolg van winning van olie of gas zijn onder begeleiding van het TPA[1] een aantal studies uitgevoerd, waarvan de bevindingen zijn gedocumenteerd in de volgende rapporten: “Seismisch hazard van geïnduceerde aardbevingen; Wassing et al., TNO-NITG rapporten 03-185-C (2003), 03-186-C (2004), 04-233-C (2004)“, “Seismic hazard due to small shallow induced earthquakes; van Eck et al., KNMI 2004” [ref. 2.20] en “Deterministische hazard analyse voor geïnduceerde seismiciteit; van Eijs et al., TNO-NITG rapport 04-171-C, 2004” [ref. 2.22]. Tevens is in dit kader een samenvattend rapport uitgebracht waarin de resultaten van bovengenoemde studies zijn geïntegreerd (Seismic hazard van geinduceerde aardbevingen. Integratie van deelstudies; NITG 04-244-0106B / KNMI-publicatie 108, 2004) [ref. 2.30].

In Nederland is/wordt uit ruim 100 olie- en gasvelden op het vasteland geproduceerd. Boven een beperkt aantal velden (ca. 20%) zijn bevingen geregistreerd. In het kader van de Seismisch Risico Analyse zijn de velden opgedeeld in drie categorieën:

[1] Momenteel zijn bovengenoemde instanties verenigd in het Technisch Platform Aardbevingen (TPA). Hiermee is alle aanwezige kennis op het gebied van bodemtrillingen gebundeld en kan deze optimaal worden ingezet met gebruikmaking van de meest actue-le stand der techniek.

A. Groningen, Bergermeer en Roswinkel, waar magnitudes 3,0 en hoger zijn opgetreden.
B. Andere velden (Ameland) waar lichte aardbevingen met magnitudes kleiner dan 3,0 zijn opgetreden.
C. Velden (Anjum, Blija) waar geen aardbevingen zijn geregistreerd.

Aangezien de in dit MER beschreven voorkomens nog niet in productie genomen zijn, betreft het hier voorkomens in categorie C. Op de website van het KNMI bevindt zich een chronologisch overzicht van alle plaatsen waar aardtrillingen zijn waargenomen met de mogelijke oorzaak daarvan.

Door het KNMI is aangegeven dat voor dergelijke velden met de huidige wetenschappelijke kennis nog geen algemeen seismisch 'hazard' model opgesteld kan worden, dat een betrouwbare seismisch risico analyse mogelijk zou maken. Om het op basis van velden in de categorieën A en B opgestelde algemene hazard model te verfijnen en een gekwantificeerde schatting te kunnen geven van de kans op een geïnduceerde beving voor velden in categorie C, is op initiatief en onder begeleiding van het TPA door TNO-NITG een studie uitgevoerd naar de fysische en geologische parameters die de gevoeligheid van olie/gasvelden voor het optreden van aardbevingen bepalen. Hierbij zijn veel gegevens gebruikt die via de winningsplannen beschikbaar zijn gekomen. Een van de conclusies van deze studie is, dat er twee meetbare parameters aan te wijzen zijn die aantoonbaar gerelateerd kunnen worden aan de kans op het optreden van geïnduceerde bevingen. De eerste parameter (E) is de verhouding tussen de Young's moduli van de bovenliggende lagen en het reservoir. De tweede parameter (B) is de breukdichtheid. Uitgaande van deze parameters en de berekeningswijze zoals beschreven in het TNO-NITG rapport (ref. TNO-NITG 04-171-C), is in de onderstaande tabel 2.4 een overzicht gegeven van de kans (met onzekerheid) dat er in de toekomst tijdens gaswinning uit de in dit MER beschreven voorkomens lichte aardbevingen geïnduceerd zullen worden.
Volgens het TNO-NITG rapport kunnen een aantal klassen worden onderscheiden voor de kans op het optreden van geïnduceerde bevingen. Zoals in onderstaande tabel is aangegeven vallen de in dit MER beschreven velden in de klassen '0%" en "10% ± 5%)". Bij een combinatie van Rotliegendes als reservoir en Ten Boer als bovenliggende laag (dit is de situatie voor alle in dit MER beschreven velden), behoort een waarde van E=1.28. Bij deze waarde voor E kan de kans alleen in de klassen "0%" of "10%" liggen.

Tabel 2.4 Kans op geïnduceerde bevingen

Veld	B	E	Kans op geïnduceerde bevingen
Nes	0,64	1,28	0
Moddergat	0,89	1,28	0
Lauwersoog-Centraal	1,02	1,28	10% (± 5%)
Lauwersoog-Oost	1,17	1,28	10% (± 5%)
Lauwersoog-West	1,18	1,28	10% (± 5%)
Vierhuizen-Oost	2,03	1,28	10% (± 5%)

Het KNMI heeft geconcludeerd [ref. 2.20] dat eventuele door gaswinning geïnduceerde lichte aardbevingen niet zwaarder zullen zijn dan magnitude 3,9 op de schaal van Richter. Al in 1998 is voor Noord-Nederland ook door het KNMI beschreven [ref. 2.21] dat de maximaal te verwachten intensiteit bij het optreden van een geïnduceerde aardbeving ongeveer VI-VII op de Europese Macroseismische Schaal is. Dat betekent (kwalitatief) dat in het ernstigste geval in de nabijheid van het voorkomen lichte, niet constructieve schade kan optreden aan veel gebouwen en matige schade aan enkele gebouwen. Dit is in overeenstemming met de praktijkervaring bij voorkomens in de categorieën A en B en met de resultaten van de eerder genoemde seismische hazard studie van TNO-NITG [ref. 2.22].



2.5 Beschrijving effecten vaste land

2.5.1 Voorbereidingsfase

Aanpassing en onderhoud van putten

Effecten geluid op mensen
Het geluidsniveau veroorzaakt door de boorwerkzaamheden mag op een afstand van 300 meter van het terrein waarop het boorwerk zich bevindt, gemeten op een hoogte van 5 meter boven het maaiveld, wettelijk niet meer dan 50 dB(A) bedragen. Indien zich echter binnen de zone van 300 meter woonbebouwing bevindt, dienen maatregelen genomen te worden om het geluidsniveau, veroorzaakt door de boorwerkzaamheden, bij de woningen te beperken.

Bovenstaande geldt voor continu geluid. Ten gevolge van bijvoorbeeld het stoten van boorbuizen kunnen incidenteel piekgeluiden ontstaan. Deze geluiden zijn lastiger te bestrijden, omdat de oorzaak gelegen is in menselijk handelen. Geluidschermen nemen veel van de piekgeluiden weg. Het zoveel mogelijk beperken van deze piekgeluiden wordt ook bereikt middels het vooraf instrueren van het boorpersoneel. Een aanvullende maatregel kan bestaan uit het installeren van een piekgeluidmonitor, die middels een ingenieus registratiesysteem een waarschuwingslicht doet ontsteken op de locatie bij overschrijding van een in te stellen piekniveau en frequentie. Op deze wijze wordt het boorpersoneel geattendeerd op omstandigheden die tot overlast kunnen leiden.

Ten behoeve van dit MER is een geluidsprognose gemaakt voor de drie locaties door NAA [ref. 2.7, 2.8 en 2.9]. Deze rapporten zijn als bijlage bij dit MER gevoegd. Na maatregelen bevinden zich geen woningen binnen de 50 dB(A)-contour.

Het toetsingskader voor de boorfase wordt in de ‘Regeling vergunningen en concessies delfstoffen Nederlands territoir 1996’ gebruikt en komt, kort samengevat, neer op een toelaatbaar geluidsniveau van 50 dB(A) op 300 m afstand van de boorwerkzaamheden. Aan deze waarde van 50 dB(A) zal worden voldaan voor zowel de afstand van 300 m als voor de dichterbij gelegen woningen.
De belangrijkste geluidsbronnen gedurende deze fase zijn de generatoren, de aandrijving van de boorstang, de mud- en cementpompen en het uithalen en inbrengen van de boorstangen.

Moddergat: In 2006 wordt met de putaanpassing en zo nodig het boren van de sidetrack van de bestaande put (MGT-1) begonnen. Over enkele jaren zal mogelijk een derde put worden geboord (MTG-3). De work-over neemt circa 1 maand in beslag en een sidetrack of boring neemt circa 3 maanden in beslag. De boorinrichting is over die periode continu in bedrijf.
Om de geluidsemissie van de boorinstallatie te beperken worden geluidschermen op de lokatie tussen de boorinstallatie en de woningen aan de Mokselbankwei geplaatst over een afstand van 100 meter aan de noordwest zijde van de installatie. De schermen hebben een hoogte van 10 meter en zijn aan de binnenzijde absorberend uitgevoerd. De gestyleerde 50 dB(A)- geluidsniveaucontour, waarbij ervan is uitgegaan dat tijdens het boren geluidsschermen zullen zijn geplaatst, is aangegeven in afbeelding 2.9. Er bevinden zich geen woningen binnen de 50 dB(A)-contour [ref. 2.8].

Lauwersoog: Voorafgaand aan het in bedrijf nemen wordt met de putreparaties en zo nodig het boren van de sidetracks van de twee bestaande putten (LWO-1 en -2) begonnen. Een sidetrack neemt circa 3 maanden in beslag. Beide worden uitgevoerd met een boorinstallatie, die over de periode continu in bedrijf is. De locatie ligt op een in het kader van de Wet geluidhinder gezoneerd industrieterrein Visserijhaven Lauwersoog. Ter plaatse van de om het industrieterrein gelegen geluidszone mag de geluidsimmissie van het totale industrieterrein niet meer dat 50 dB(A) geluidsbelasting bedragen. Binnen een afstand van 300 meter van de locatie bevinden zich geen woningen. Ter bescherming van de Waddenzee (stiltegebied en Speciale beschermingszone) zullen evenwel toch geluidsschermen worden geplaatst rondom de gehele installatie. De schermen hebben hoogte van circa 10 meter en zijn aan de binnenzijde absorberend uitgevoerd [ref. 2.7].

De gestyleerde 50 dB(A)-geluidsniveaucontour aangegeven in figuur 2.11 laat een sterke reductie zien als gevolg van toepassing van de geluidschermen. Het in de boorsituatie gehanteerde gestandardiseerd geluidsemissieniveau bedraagt op de geluidszone van de industrieterrein Visserijhaven Lauwersoog maximaal 39.4 dB(A) op 1.0 meter en 39.8 dB(A) op 0.5 meter hoogte. De bijdrage van de werkzaamheden met de boorinstallatie ligt onder de maximaal toelaatbare waarde.

Vierhuizen: Voorafgaand aan het in bedrijf nemen wordt met de putaanpassing en zo nodig met het boren van de sidetrack van de bestaande put (VHN-1) begonnen. De work-over neemt circa 1 maand in beslag. Een sidetrack neemt circa 3 maanden in beslag. De boorinrichting is over die periode continu in bedrijf. Binnen een afstand van 300 meter van de locatie bevinden zich geen woningen. De meest nabijgelegen woning (Westpolder ten noord-oosten van de locatie) ligt dan ook buiten de gestyleerde 50 dB(A)-geluidsniveaucontour, welke is aangegeven in figuur 2.12 [ref. 2.9].

Aanlegfase: Tijdens de aanlegfase zullen geluid en trillingen de belangrijkste vorm van verstoring vormen. Geluid en trillingen worden veroorzaakt door:

- aan- en afvoer van materiaal en materieel;
- verwijdering van het asfalt;
- het gebruik van werktuigen zoals graafmachines, een asfalteermachine, compressoren en mobiele kranen (het toegepaste materieel zal bestaan uit werktuigen die voldoen en voorzien zijn van een geluidsmerk, conform de EG-richtlijnen geluidsproductie bouwmachines);
- het uitvoeren van heiwerkzaamheden.

De heiwerkzaamheden zijn behalve het boren de meest geluidsproducerende activiteit van de aanlegfase. De geluidemissies van enkele heitechnieken zijn in de literatuur gegeven. Aan de hand hiervan is het geluidsniveau op 100 en 300 meter bepaald (zie tabel 2.5).

Tabel 2.5 Geluidniveaus op verschillende afstanden bij enkele heimethoden

Heimethode	Maximaal slagniveau op 1 meter [dB(A)]	equivalent niveau per paal op 15 meter [dB(A)]	Equivalent niveau op 100 meter [dB(A)]*	Equivalent niveau op 300 meter [dB(A)]*
Dieselblok zonder mantel	108	99	82	73
Dieselblok met mantel	88	83	66	57
Hydroblok zonder balg	96	87	70	61
Hydroblok met balg	86	82	65	56

*) hierbij is gebruik gemaakt van de gegevens op 15 meter, die m.b.v. de formule: Lp2 = Lp1 – 20 log (R2/R1), omgerekend zijn naar 100 en 300 meter afstand van de put.

Lp2 : equivalent niveau op 100 meter R2 : 100 meter
Lp1 : equivalent niveau op 15 meter R1 : 15 meter

De wettelijk toegestane grenswaarde voor kortdurende werkzaamheden is 60 dB(A) op 300 meter. Gezien de bovenvermelde geluidsniveaus zal er geheid worden met een hydroblok met balg. De heiwerkzaamheden duren enkele weken en zullen alleen gedurende de dagperiode plaatsvinden.
Voor het bepalen van de effecten van trillingen is alleen het heien relevant. De duur van de heiwerkzaamheden bedraagt enkele dagen, en vindt alleen overdag plaats van 07:00 tot 19:00. Hierdoor en vanwege de afstand van meer dan 300 meter tot de meest nabijgelegen woning op de locatie worden geen effecten van de trillingen verwacht.

Naast het heien dragen de reparatiewerkzaamheden van de vloeistofkerende verharding, waaronder het verwijderen van asfalt met een frees, ook bij aan de geluidsbelasting van de aanlegfase. De duur van het heiwek is enkele dagen en freeswerk is circa een dag (gedurende de dagperiode).

Transportbewegingen van en naar de locatie
Het verplaatsen van een complete boorinstallatie heeft gedurende 5 dagen circa 115 transporten met opleggers/trailers tot gevolg, waardoor gemiddeld 20-24 vrachtwagens per etmaal de locatie aandoen. De transportactiviteiten vinden alleen gedurende de dagperiode plaats. Daarnaast moet rekening worden gehouden met 50 personenauto's.
Ook gedurende het verloop van de boorwerkzaamheden vinden een aantal transporten plaats, zoals onder andere ten behoeve van de aanvoer van verbuizing, boorspoeling, cement en de afvoer van boorgruis. Hiervoor wordt uitgegaan van gemiddeld 7 vrachtwagens per dag. Ook tijdens werkzaamheden met de boorinstallatie is rekening gehouden met 50 personenauto's binnen de dagperiode en 5 personenauto's in de nachtperiode. Afhankelijk van bijvoorbeeld de hoeveelheid af te voeren regenwater kan dit aantal vrachtwagens nog enigszins variëren.

Er is in de berekeningen uitgegaan van een rijsnelheid van 50 km/h en een wegdekverharding van fijn asfalt. De vrachtauto's vallen onder de categorie "zware" motorvoertuigen en de personenauto's onder de categorie "lichte" motorvoertuigen overeenkomstig het Reken- en meetvoorschrift verkeerslawaai. Met dit gegeven zijn berekeningen uitgevoerd conform rekenmethode I van het "Reken- en meetvoorschrift verkeerslawaai". De resultaten van deze berekeningen zijn in onderstaande tabel samengevat (**tabel 2.6**).

Tabel 2.6 Resultaten berekeningen vervoersbewegingen

	aantal verkeersbewegingen per dag (bepalende etmaal periode)	**Ligging 50 dB(A) geluidsbelastingscontour vanaf de as van de weg**
Verplaatsen boorinstallatie	48 vrachtwagens 100 personenauto's	13 meter
Tijdens de boorperiode	8 vrachtwagens 100 personenauto's	< 5 meter

Uit de ligging van de 50 dB(A) geluidsbelastingscontour (voorkeursgrenswaarde) kan worden geconcludeerd dat ten aanzien van indirecte hinder in de drie locaties kan worden voldaan aan de voorkeursgrenswaarde van 50 dB(A). Binnen het onderzoeksgebied liggen binnen de 50 dB(A) geluidsbelastingscontour geen woningen.
Gezien de gebruikelijke verkeersintensiteit op de route die het transport naar en van de locatie zal volgen, wordt verwacht dat deze transportbewegingen geen relevante invloed zullen hebben op de verkeersgerelateerde geluidssituatie in de omgeving van de boorlocatie. In de rapportages 'Geluidsprognose NAM-locatie Moddergat', 'Geluidsprognose NAM-locatie Lauwersoog' en 'Geluidsprognose NAM-locatie Vierhuizen' van NAA (2005) is een en ander uitgebreid verantwoord [**ref. 2.7-2.9**].

Effecten van geluid op vogels
Ten aanzien van de verstoring van vogels kan niet worden getoetst aan de voor mensen geldende normen. Vogels reageren ook niet allen gelijk op dezelfde geluidniveaus. Er is voor de vogels in het studiegebied geen eenduidige geluidsnorm aan te geven. Daarnaast speelt ook het type geluidbron een rol bij de mogelijkheid van verstoring. Om toch een indruk te krijgen van de mogelijke verstoring is aan de 40 dB(A)-contour getoetst. Deze ligt bijvoorbeeld onder de drempelwaarde (waarde waarboven een effect waarneembaar is) voor bosvogels (42 dB(A)). Bosvogels zijn auditief ingesteld en daarom als zeer gevoelig aan te merken, maar komen in het gebied rond de locaties niet voor. Voor weidevogels ligt die grens gemiddeld op 47 dB(A). Verkeer en waterstaat hanteert voor effectberekeningen ten behoeve van de aanleg van nieuwe wegen veelal een grenswaarde van 50 dB(A).

Bekend is uit studies aan met name verkeerswegen en dergelijke dat broedvogels, en wel met name vogels van open gebieden zoals weidevogels, gevoelig kunnen zijn voor geluidsverstoringen. Bij geluidsniveau's boven de 50 dB(A) is een afname te verwachten in de dichtheid van broedvogels. Beneden 40 dB(A) zijn deze effecten niet meer waarneembaar. Globaal zullen deze onderste gevoeligheidsgrenzen van 40 en 50 dB(A) ook van toepassing zijn op zoogdieren. Als achtergrondgeluidniveau wordt voor stille gebieden 40 dB(A) gehanteerd.

Zoals duidelijk blijkt uit de illustraties (figuur 2.10, 2.11 en 2.12) de 40 dB(A) geluidsbelastingcontouren voor booractiviteiten (op 0.5 meter hoogte) raken niet aan broedvogelgebieden [ref. 2.31]. Uitgaande van het feit dat beneden 40 dB(A) geen verstoring optreedt van broedvogels zijn effecten tijdens de side-track of boorwerkzaamheden op Moddergat via geluid op het broedsucces derhalve uit te sluiten, mede gezien het feit dat de locaties aan een deel van de Waddenzee grenzen dat uitgezonderd is van aanwijzing tot stiltegebied (militaire vliegroute bij Moddergat, havenactiviteiten bij Lauwersoog).

De landbouwgronden rondom het Lauwersmeer zijn van belang als pleisterplaats voor ganzen, zwanen en eenden, met name de Grauwe Gans, Brandgans, Kleine Zwaan en Pijlstaart. Het zwaartepunt van de aanwezigheid van deze vogels ligt in de perioden september, oktober, november en maart/april. Booractiviteiten buiten de periode verdienen de voorkeur, maar een dwingende voorwaarde is dit niet: het gaat om weinig verstoringsgevoelige soorten, die bovendien een flexibel en grillig foerageergedrag vertonen. Het 'worst-case-effect' is in dit geval het mijden door deze vogels van de boorlocaties plus omgeving in een straal van enkele honderden meters. Hiervan wordt geen negatief milieueffect van enige omvang verwacht en daarmee vervalt de basis voor een duidelijke milieukundige voorkeur voor een bepaalde periode.

De geluidsproductie op de locatie Lauwersoog blijft binnen de grenzen van de in het bestemmingsplan visserijhaven Lauwersoog opgenomen geluidscontour. De 40 dB(A)-contour (productiefase) van de locatie Lauwersoog ligt buiten de Speciale beschermingszone Waddenzee en Lauwersmeer. Gezien de ligging van Moddergat en Vierhuizen in een overwegend agrarische omgeving speelt verstoring van vogels hier geen rol van betekenis.

Externe risico's
De plaatsgebonden risico contouren ten gevolge van de work-over/sidetrack activititeiten zijn per locatie bepaald. Binnen de berekende effectafstanden zijn er geen (beperkt) kwetsbare objecten en is de kans op aanwezigheid van personen (buiten de inrichting) zeer gering. Derhalve is het groepsrisico verwaarloosbaar [ref. 2.13, 2.14 en 2.15].

Moddergat: De risico-contour van het plaatsgebonden risico is in figuur 2.10 weergegeven en geldt zowel voor het uitvoeren van een work-over of sidetrack van de bestaande putten of voor het ter zijner tijd boren van de put MGT-3. De 10^{-6} plaatsgebonden risico-contour (per boring) komt net buiten de inrichting. Binnen de risicocontouren bevinden zich geen kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten. Derhalve is ook het groepsrisico verwaarloosbaar. Geconcludeerd kan dus worden dat de plaatsgebonden risico's buiten de inrichting beperkt zijn en er geen knelpunten zijn met kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten in de omgeving [ref. 2.13].

Lauwersoog: De risico-contour van het plaatsgebonden risico is in figuur 2.11 weergegeven en geldt zowel voor het uitvoeren van een work-over of sidetrack bij de bestaande putten als voor een eventuele toekomstige put. De 10^{-6} plaatsgebonden risico-contour (per boring) komt net buiten de inrichting. Binnen de risicocontouren bevinden zich geen kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten. Derhalve is ook het groepsrisico verwaarloosbaar. Geconcludeerd worden dat de plaatsgebonden risico's buiten de inrichting beperkt zijn en er geen knelpunten zijn met kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten in de omgeving [ref. 2.14].

Vierhuizen: De risico-contour van het plaatsgebonden risico is in figuur 2.12 weergegeven en geldt voor het uitvoeren van een work-over/sidetrack bij VHN-1. De 10^{-6} plaatsgebonden risico-contour (per boring) komt net buiten de inrichting. Binnen de risicocontouren bevinden zich geen kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten. Derhalve is ook het groepsrisico verwaarloosbaar. Geconcludeerd kan worden dat de plaatsgebonden risico's buiten de inrichting beperkt zijn en er geen knelpunten zijn met kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten in de omgeving [ref. 2.15].

Geconcludeerd kan worden dat de plaatsgebonden risico's buiten de drie inrichtingen beperkt zijn en er geen knelpunten zijn met kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten in de omgeving.
Binnen de berekende effectafstanden zijn er geen (beperkt) kwetsbare objecten en is de kans op aanwezigheid van personen (buiten de inrichting) zeer gering. Derhalve is ook het groepsrisico verwaarloosbaar.

Licht
Gedurende activiteiten met behulp van de boortoren zal er volcontinu op de locatie worden gewerkt. Dit betekent dat de locatie 's nachts verlicht is met halogeen bouwlampen. Vooral de mast van de boorinstallatie zal in de nacht zichtbaar kunnen zijn, omdat deze boven de geluidschermen en boven dijken uitsteekt. De verlichting die hierin is aangebracht bestaat uit TL-lampen aan de binnenzijnde van de toren. Van directe instraling naar omwonenden is daarom geen sprake.
Om geen lichtuitstraling naar buiten de locatie te laten plaatsvinden worden de lampen aan de binnenzijde van de geluidschermen geplaatst. Als dit niet mogelijk is worden de lampenkappen op de lichtmasten voorzien van zijkappen. De lichtuitstraling naar opzij wordt dan geminimaliseerd. Nadeel is dat er dan op het werkgebied donkere plekken ontstaan vanwege de geringe spreiding op de locatie en er meer lichtmasten nodig zijn aangevuld met (gerichte) lokale verlichting.

Het is niet uit te sluiten dat de verlichting een verstorende werking heeft op bepaalde vogels. De effecten van verlichting worden bepaald door de soort vogel, de fase waarin de soort zich bevindt (migratie of broeden), de tijd van de dag/nacht, het spectrum van het licht, de uitstraling ("hoe licht wordt het rondom de installatie") en de helderheid ("hoe goed is de installatie vanaf een afstand zichtbaar"). In de literatuur is dit vooral beschreven voor objecten als vuurtorens, lichtschepen e.d., hoewel ook gegevens bekend zijn van grote verlichte gebouwen in een min of meer stedelijke omgeving. In de nabijheid van een dergelijke obstructie zouden de dieren verblind kunnen worden door de lampen, zich abnormaal gaan gedragen (desoriëntatie) en zich beschadigen door er tegenaan te vliegen. Dit speelt vooral bij van uitde lucht zichtbare bronnen. Feitelijk zijn verder met name uit de glastuinbouw gegevens omtrent de verstoringseffecten van licht bekend. Vegetatiekundig blijkt hieruit dat inheemse planten op enkele meters afstand van de lichtbron niet meer beïnvloed worden door het kunstlicht. Verder geldt dat vogels en insecten (nachtdieren) vanaf enkele meters tot enkele tientallen meters buiten de lichtbronnen kunnen worden aangetrokken en eventueel gedesoriënteerd kunnen raken.

De NAM heeft sinds begin jaren negentig veel onderzoek gedaan naar vogels op zee. Hierbij is komen vast te staan dat in bewolkte nachten, tijdens de zogenaamde breedfronttrek, rond offshore platforms grote zwermen vogels kunnen worden waargenomen. De oorzaak van deze "aantrekking" werd pas kortgeleden gevonden en ligt in de aanwezigheid van rood licht (>570 nm) in het spectrum. Deze rode golflengte komt voor in alle bekende "witte" verlichting. Het werkingsmechanisme blijkt een verstoring van het magnetisch kompas van vogels. Vogels zijn hiervan afhankelijk tijdens hun migratie in bewolkt weer, op momenten dat geen gebruik gemaakt kan worden van maan, sterren of de polarisatie van licht. Het onderzoek wordt voortgezet in samenwerking met Philips, waarbij het doel is om veilige lichtbronnen te ontwikkelen die niet verstorend werken. Een publicatie over dit onderzoek is in voorbereiding. Op land maken veel vogelsoorten gebruik van zogenaamde landmerken, oftewel vaste herkenningspunten. Het probleem speelt daardoor minder, maar is geenszins afwezig.

Gezien de lichtuitstraling van de omgeving in relatie tot die van de boorinstallatie worden géén effecten verwacht. Mede gezien het feit dat nabij de locaties ook andere vergelijkbare bronnen zijn gelocaliseerd (met name industrieterrein Lauwersoog), zijn grootschalige effecten uitgesloten.

Verkeersveiligheid
Met name schoolgaande kinderen vormen een kwetsbare risicogroep. Overlast wordt vermeden door de rijroute te kiezen langs de meest brede en doorgaande wegen en dorpen zoveel mogelijk te vermijden. Extra aandacht wordt geschonken aan vrachtbewegingen langs scholen en tijdens het begin en einde van schooltijden. In

overleg met de gemeenten en de wegbeheerders zullen maatregelen worden genomen en verkeersroutes worden bepaald om veilig gebruik van de wegen te waarborgen.

De veiligheidsmaatregelen nodig voor het veilig in- en uitrijden van de locatie zullen in overleg met de wegbeheerder worden vastgesteld. Indien te veel voertuigen op hetzelfde moment aankomen bij de locatie, zou een stagnatie op de toevoerwegen kunnen ontstaan. Om dit te voorkomen zal in de omgeving van de locatie een goed toegankelijke opstelplaats worden aangewezen, waar voertuigen kunnen wachten totdat de locatie de voertuigen kan ontvangen. Met de genomen maatregelen zal de verkeersveiligheid voldoende beheerst worden. Voor de toegang naar locatie Lauwersoog is overleg gaande met de bevoegde gezagen in verband met de mogelijke aanleg van een extra ontsluitingsweg naar de Lauwersoog visserijhaven.

Landschappelijke inpassing
De tijdelijk ten behoeve van de putmodificaties en/of boringen benodigde circa 55 meter hoge boorinstallatie is, landschappelijk gezien, dissonerend in een overwegend agrarisch en open gebied. Hierbij dient aangetekend te worden dat de werkelijke aanwezigheid van de installatie van zeer tijdelijk aard is (ca. 12 weken bij side-track en of boring). De installatie kan niet lager worden gemaakt omdat dan het boorproces veel langer zal gaan duren. Indien de installatie wordt “ingepakt” in verband met geluid of lichthinder neemt de zichtbaarheid van de installatie overdag toe.
Gebruik van een lagere installatie is echter niet mogelijk. De putten zijn uitzonderlijk lang en dat noodzaakt tot de inzet van een robuuste installatie. Een lagere installatie die dit werk aankan is niet beschikbaar op de markt. De tijdelijke verstoring van het landschap is dan ook niet te vermijden. Onderstaande foto’s (**figuur 2.9a en b**) gemaakt tijdens een boring met een soortgelijke boortoren (zonder geluidsschermen) op locatie Anjum geven een indruk van de aanwezigheid in het landschap.



Figuur 2.9a
Afstand tot een (tijdelijke) boorinstallatie op de locatie Anjum bedraagt hier 3900 m.



Figuur 2.9b Afstand tot een (tijdelijke) boorinstallatie op de locatie Anjum bedraagt hier 500 meter.

Emissies naar de lucht
Bronnen van emissies naar lucht tijdens werkzaamheden met de boorinstallatie zijn:
- de dieselgeneratoren voor het opwekken van energie (verbrandingsgassen);
- het transport van mensen en materieel (verbrandingsgassen);
- diffuse emissie van aardgas uit de boorspoeling.

Stoffen die hierbij vrijkomen zijn koolwaterstoffen (C_xH_y), kooldioxide (CO_2), koolmonoxide (CO), zwaveldioxide (SO_2), roet en stikstofoxiden (NO_x). De emissies ten gevolge van het transport en de diffuse emissie van gas uit de boorspoeling zijn verwaarloosbaar. In duur en kwantiteit levert de emissie van de dieselgeneratoren de belangrijkste bijdrage aan de emissies naar de lucht gedurende het boorproces. NAM heeft in zijn BMP-3 vastgelegd dat standaard diesel wordt gebruikt met een maximaal zwavelgewichtspercentage van 0,005 % (ultralaag).

(Afval)water
Het hemelwater kan tijdens een boring vervuild raken. Er is op en rondom de locatie een gotensysteem als afvoersysteem voor hemelwater aangelegd die uitmond in een wateropvangbak de z.g. hoekbak. Dit zelfde systeem wordt ook gebruikt voor afvoer van vervuilde vloeistoffen. Het (vervuilde) water wordt met tankauto's naar een geschikte verwerkingsinrichting gebracht.

Vaste en vloeibare afvalstoffen
Boorspoeling wordt opgevangen en deels hergebruikt. Het niet verontreinigde boorgruis, bestaat wel uit materiaal dat aan het oppervlak van de Nederlandse bodem vreemd is. Het wordt verzameld en kan worden gebruikt als wegenbouwmateriaal. Met oil-based mud verontreinigd boorgruis wordt naar een erkende verwerker afgevoerd.

Modificatie tot productielocatie
Geluid
Tijdens de aanlegfase zullen geluid en trillingen de belangrijkste vorm van verstoring vormen. Geluid en trillingen worden veroorzaakt door:
- aan- en afvoer van materiaal en materieel;
- het gebruik van werktuigen zoals snij- en lasapparatuur, compressoren en mobiele kranen (het toegepaste materieel zal bestaan uit werktuigen die voldoen en voorzien zijn van een geluidsmerk, conform de EG-richtlijnen geluidsproductie bouwmachines);

Door toepassing van verplaatsbare productieunits die elders worden gefabriceerd en getest wordten, wordt de aanwezigheid en verstoring rond de locatie tot een minimum beperkt. Door deze aanpak wordt dit aspect voldoende beheerst en niet verder in dit MER behandeld.

Ruimtegebruik
De keuze om de velden Moddergat, Nes, Lauwersoog-C, Lauwersoog-West, Lauwersoog-Oost en Vierhuizen-Oost vanuit de bestaande locaties te exploiteren voorkomt uitbreiding van het ruimtebeslag. Door de benodigde faciliteiten binnen de

bestaande locaties te realiseren is er geen extra ruimtebeslag. Dit neemt uiteraard niet weg dat de bestaande locaties ook beslag leggen op de ruimte. Van de omheinde ruimte op Lauwersoog en Moddergat is bekend dat ze ondermeer wordt gebruikt door scholeksters en meeuwen om veilig voor predatoren en mensen te kunnen rusten en te broeden.

Verkeer
In het ontwerp van de productieinstallaties is gekozen voor verplaatsbare productieunits die vooraf geheel in de fabriek gemonteerd en getest worden. Hierdoor zijn de activiteiten en de transporten naar de locaties beperkt. In overleg met de gemeenten en de wegbeheerders zullen maatregelen worden genomen en verkeersroutes worden bepaald om veilig gebruik van de wegen te waarborgen. Door deze aanpak wordt dit aspect voldoende beheerst en niet verder in dit MER behandeld.

Aanleg van (aardgas)transportleidingen
Natuur
De aanleg van de gastranslportleidingen op land vindt plaats buiten de als zodanig aangemerkte “Speciale Beschermingszones” (SBZ). De kruising van het Lauwersmeer en de Zoutkamperril vindt plaats door middel van horizontale boringen. Tijdens de aanlegwerkzaamheden wordt alles in het werk gesteld om de bodemprofielen en de daarmee samenhangende hydrologische situatie te behouden. Getracht wordt om de bestaande situatie na het graafwerk zo veel mogelijk te herstellen. Omdat na afloop de werkstrook weer geschikt leefgebied vormt voor de kwalificerende soorten en habitats, is er sprake van een tijdelijke ongeschiktheid. Dit zal de gunstige staat van instandhouding van beschermde soorten ter plaatse niet aantasten. Bovendien is door de korte periode van werkzaamheden geen sprake van te verwachten significant negatieve effecten [ref. 2.3].

Habitats buiten de (speciale) beschermingzones worden alleen tijdelijk, bij gebruik van de werkstrook, veranderd en zijn dan tijdelijk onbruikbaar voor planten en dieren als groeiplaats of rust-, voedsel- of broedgebied. Ook kunnen de werkzaamheden potentieel verstorend werken op aangrenzende gebieden. Dit zal hieronder nader worden beschouwd [ref. 2.3].

De werkzaamheden gaan gepaard met menselijke aanwezigheid/verschijning en mechanische geluiden en bewegingen van machines. De mogelijke invloed is afhankelijk van het deel van de beoogde leidingtracés dat wordt beschouwd [ref. 2.3].

Vogels Lauwersoog-Anjum: In het tracé Lauwersoog- Anjum, langs het Lauwersmeer, vindt aanleg plaats in de berm van de Gerbrandyweg. Deze weg is een hoofd ontsluitingroute naar; de Waddeneilanden vanaf Lauwersoog, naar Anjum en bestemmingsverkeer voor Friesland of Groningen dat een kortere route heeft bij de noordelijke rondgang. Het aantal verkeersbewegingen is vrij hoog. Enige toegevoegde verstoring door mens en machine bij de werkzaamheden is op voorhand niet geheel uit te sluiten. Dit zal echter niet leiden tot significante verslechtering van de situatie voor de vogels in de SBZ om de onderstaande redenen [ref. 2.3]:

- Aan de zijde van de Bantpolder is een fietspad en wandelroute aanwezig. Menselijke verschijningen vinden regelmatig plaats in alle seizoenen en dit bestaande gebruik heeft niet in de weg gestaan voor het gebruik van de Bantpolder door broedvogels en overwinterende ganzen. De werkzaamheden vinden plaats in de berm die vanaf de Bantpolder bezien aan de overzijde van de autoweg ligt. Het geluid van de machines die gebruikt worden, zullen daarom ten opzichte van het reguliere wegverkeer slechts beperkt extra verstoring opleveren. In de ruime omgeving van de werkzaamheden is voldoende geschikt biotoop voorhanden om de soorten, die hinder ondervinden van de werkzaamheden, tijdelijk op te vangen. Na afloop van de werkzaamheden zullen de soorten naar de Bantpolder terugkeren.
- Aan de overzijde van de Bantpolder in het Lauwersmeer wordt op het water beroepsmatig en hobbymatig gevist en gevaren. Die verstorende bronnen hebben hier niet in de weg gestaan voor het gebruik van het gebied door vooral visetende watervogels, ook al is deze verstoring slechts periodiek. Het water is aan deze zijde van het Lauwersmeergebied leefgebied voor slechts weinig vogels (mededeling J.

Willems, SBB). Ook hier is geluid en beweging van het wegverkeer reeds aanwezig. Over het water reikt de mogelijke aanvullende verstoring van de werkzaamheden, over de contouren van de huidige verstoring door het wegverkeer heen slechts tot enkele tientallen meters, rondom de plaatsen waar daadwerkelijk gewerkt wordt en dat is per dag slechts over een deel van de gehele beoogde leidingtracé. De verstoring van de situatie voor vogels die het open water gebruiken is gering. In de ruime omgeving van de werkzaamheden is voldoende geschikt biotoop voorhanden om de soorten, die hinder ondervinden van de werkzaamheden, tijdelijk op te vangen. Na afloop van de werkzaamheden zullen de soorten naar de locatie terugkeren.

Op de stranden van de Hoek van de Bant (ten oosten van de Gerbrandyweg tegen het water van de Lauwersmeer aan) broeden steltlopers en zangvogels van de akker- en weidevogelgroepen en er rusten kleine aantallen eenden of doortrekkende steltlopers en lepelaars foerageren er in het voorjaar. Door aanlegwerkzaamheden kunnen deze verstoord worden. Deze effecten zijn afwezig als buiten het broedseizoen kan worden gewerkt. 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. De betreffende gebieden zijn aangegeven in **figuur 2.11**. De meest geschikte periode om de werkzaamheden uit te voeren is dan ook de periode begin juli – eind oktober [**ref. 2.3**].

De beoogde tracédelen die gelegen zijn op grotere afstand van de grenzen van de SBZ's doen slechts dienst als foerageergebied voor een aantal vogelsoorten waarvoor de SBZ's zijn aangewezen, zoals eenden, ganzen, zwanen (overwintering) en kiekendieven (broedvogels). Ten opzichte van de bestaande situatie, de aanwezigheid van een zeer groot areaal bouwland dat de beschermingszones omringt, is het tijdelijke verlies van de foerageerruimte die de tracés in het bouwland vormen geen betekenisvolle factor voor deze vogelsoorten. In de ruime omgeving van de werkzaamheden is voldoende geschikt biotoop voorhanden om de soorten, die hinder ondervinden van de werkzaamheden, tijdelijk op te vangen. Na afloop van de werkzaamheden zullen de soorten naar de locatie terugkeren. Een negatief gevolg van de tijdelijke verstoring op de staat van instandhouding van deze vogels in de beschermingszones is dan ook niet te verwachten [**ref. 2.3**].

Vogels Moddergat – Anjum en Vierhuizen – Munnekezijl - Het tracédeel van Moddergat naar de Skanserwei en het tracé tussen Vierhuizen en Munnekezijl zijn gelegen op grote afstand van de Waddenzee. Noch tijdens aanleg of gebruik kan verstoring van de watervogelpopulaties in de Waddenzee optreden. Bij hoge waterstanden en harde wind kunnen watervogels binnendijks rustgebied zoeken. Dit wordt met name gedaan in het Lauwersmeer en op korte afstand achter de dijk en naar verwachting niet in terreinen van de beoogde werkstrook. Mochten de soorten hier normaliter wel verblijven, dan zal er sprake zijn van een tijdelijke verstoring. In de ruime omgeving van de werkzaamheden is echter voldoende geschikt biotoop voorhanden om de soorten, die hinder ondervinden van de werkzaamheden, tijdelijk op te vangen. Na afloop van de werkzaamheden zullen de soorten naar de locatie terugkeren [**ref. 2.3**].

Flora Lauwersmeer – Gerbrandyweg: De rijke flora, met name de grote hoeveelheid orchideeën in delen van het gebied zijn benoemd als een wezenlijke waarde van het Lauwersmeer in het aanwijzingsbesluit tot Natuurmonument. Voor deze aanwijzing is bepaald dat verharde wegen geen onderdeel uitmaken van het aangewezen gebied. Of dit ook de berm betreft en zo ja tot welke afstand is niet duidelijk. Het feit dat aan de regelgeving externe werking wordt toegekend pleit voor behandeling van de berm als beschermde status, voor zover in dit geval de instandhouding van de orchideeënpopulatie in het Lauwersmeer afhankelijk van de populatie langs de Gerbrandyweg (Brede Orchissen en Rietorchissen). Dit lijkt gezien de zeer ruime verspreiding niet het geval (de orchideeën groeien ook in de andere berm), maar overigens genieten de planten wel bescherming onder de Flora- en faunawet (zie verder) [**ref. 2.3**].

Flora Bantpolder - De positie van de orchideeën in de berm als onderdeel van het begrensde natuurgebied en daarmee van de EHS verdienen bijzondere aandacht. Bij

aantasting van wezenlijke kenmerken en waarden geldt een nee-tenzij principe en moet worden uitgeweken naar alternatieven (zie paragraaf 2.7).
Om de orchideeën-populatie te beschermen wordt een aangepaste werkwijze tijdens de leidingaanleg gevolgd. (zie paragraaf 2.3.2).

Fauna Waddenzee - De Waddenzee is ook SBZ onder de Habitatrichtlijn. Het gaat om twee soorten zeehonden, drie vissoorten en diverse habitats, zoals slikplaten en duinen. Deze waarden zullen geen enkel nadelig gevolg ondervinden als gevolg van verstoring, want die vindt alleen plaats buiten de beschermingszone en reikt niet tot in het beschermingsgebied. Ook gevolgen via externe werking op deze gebieden in de SBZ zijn niet aan de orde, omdat alle soorten watergebonden zijn en de habitats ongevoelig voor invloeden op afstand zoals geluid [ref. 2.3].

Toetsing soortbescherming
In de toekomstige werkstrook van Lauwersoog naar Anjum zijn beschermde orchideeën aangetroffen (zie paragraaf 2.3.2). Deze soorten komen ook in enkele andere delen van het Lauwersmeergebied talrijk voor. Voor beide soorten loopt de gunstige staat van instandhouding in dit gebied geen gevaar [ref. 2.3].

Voor alle overige beschermde waarden kan het volgende worden opgemerkt [ref. 2.3]:

- Op de tracés komen geen strikt beschermde soorten planten of dieren voor die onder de vigerende wettelijke kaders verplichten tot het verkennen van alternatieven voor de route.
- De overige beschermde soorten die wel zijn aangetroffen zijn algemeen voorkomende soorten, waarvoor een landelijke vrijstelling geldt van de verbodsbepalingen uit de Flora- en faunawet middels de Algemene maatregel van Bestuur ex artikel 75 van die wet van februari 2005. Dit betekent dat geen aparte ontheffing onder de Flora- en faunawet voor deze werkzaamheden hoeft te worden aangevraagd.
- In de akkers, slootranden, bosjes en struiken en wegbermen broeden enkele algemene soorten akker- en weidevogels en zangvogels. Op één plaats broedde dit jaar een Blauwborst (Bijlage 1 Vogelrichtlijn, Blauwe[2] lijst in Nederland). Voor vogels, ook voor zeer algemene soorten geldt géén vrijstelling. Dit noodzaakt tot uitvoering van de aanlegwerkzaamheden buiten het broedseizoen en een zorgvuldige wijze van werken buiten het broedseizoen.

Externe veiligheid tracés
Er bevinden zich binnen de bebouwingsafstand geen gebouwen. Het ontwerp van de transportleiding, met betrekking tot de wanddikte van de transportleiding, wordt conform de NEN 3650- 'Eisen voor buisleidingsystemen' zodanig uitgevoerd dat eventuele knelpunten binnen de toetsingsafstand worden opgelost en aan de voorgeschreven bebouwingsafstand wordt voldaan. Er is reeds overleg gepleegd met de vergunningverlener. In "ontwerpuitgangspunten transportleidingen Waddengasproject" [ref. 2.17] is dit in detail uitgewerkt.

Tracé Moddergat – Anjum: Het tracé ligt hoofdzakelijk in landelijk gebied (gebiedsklasse 1). De locaties Moddergat en Anjum worden aangemerkt als industrieterrein (gebiedsklasse 3). De toekomstige golfbaan wordt beschouwd als bijzonder object vallend onder categorie II (gebiedsklasse 2). Voor de toetsingsafstand is 92 m aangehouden (diameter 16 inch, ontwerpdruk 125 bar). De bebouwingsafstand bedraagt respectievelijk 6 m voor categorie II bebouwing en 30 m voor categorie I. Binnen de toetsingsafstand komt incidenteel een enkel gebouw (boerderij) voor. Hierover is overleg gepleegd met de vergunningverleners. Het tracé ligt in open, dunbevolkt gebied [ref. 2.17].

Tracé Lauwersoog – Anjum: De locaties Lauwersoog en Anjum zijn aan te merken als (gebiedsklasse 3). Het overige deel van het tracé ligt in landelijk gebied (gebiedsklasse 1 of 2) of nabij bebouwing categorie II. In de jachthaven bestaan bouwplannen voor een

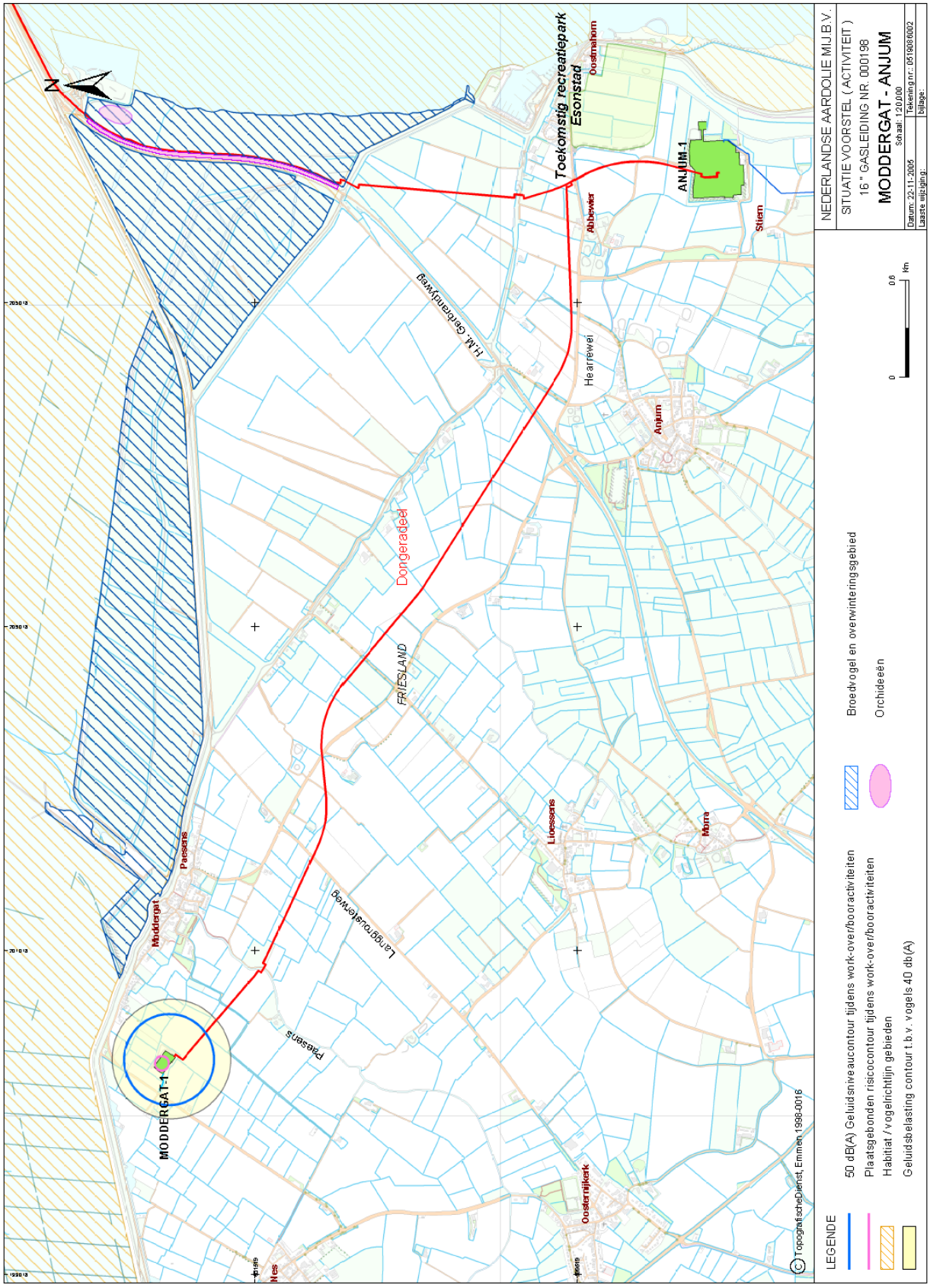
[2] vogelsoorten waarvoor Nederland internationale verantwoordelijkheid heeft, omdat bijvoorbeeld een groot deel van de Europese populatie hier broedt of in grote getale in ons land komt foerageren

clubhuis nabij het geplande leidingtracé. Het ontwerp van de transportleiding zal zodanig worden uitgevoerd dat de geldende veiligheidseisen in acht worden genomen.
Daar waar de transportleiding parallel ligt aan de zeedijk, zijn de eisen van voor een primaire waterkering uit NEN 3651 van toepassing. In 1998 heeft Wetterskip Fryslân vergunning verleend voor ligging van de leiding parallel aan de zeedijk. In 2005 heeft het waterschap aangegeven dat de dijk mogelijk zal worden verzwaard [verslag 33487-CM006, juli 2005]. In het ontwerp van de leiding zal rekening worden gehouden met een toekomstige dijkverzwaring. Er kan hier niet gewerkt worden in het 'stormseizoen' van 1 oktober tot 1 april.
Tevens zal in de Bantpolder een secundaire waterkering worden gekruist. Hierop is NEN 3651:2003 ook van toepassing [ref. 2.17].
Voor de toetsingsafstand wordt 60 m aangehouden (diameter 10 inch, ontwerpdruk 125 bar). De bebouwingsafstand bedraagt respectievelijk 6 m voor categorie II bebouwing en 19 m voor categorie I [ref., 2.17].

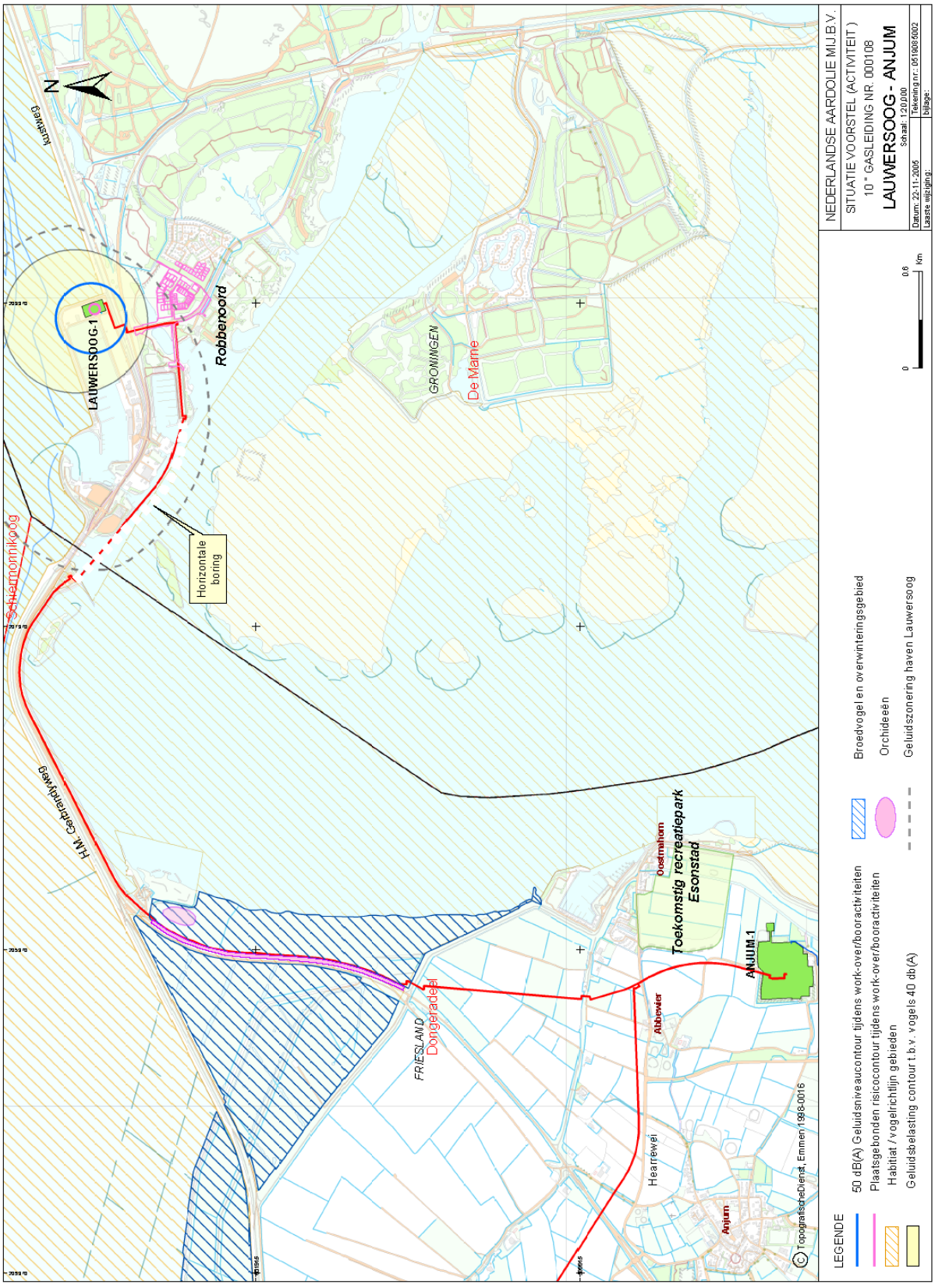
Tracé Vierhuizen – Munnekezijl: De locaties Vierhuizen en Munnekezijl zijn aan te merken als industrieterrein (gebiedsklasse 3). Het overige deel van het leidingtracé ligt in landelijk gebied (gebiedklasse 1). Voor de toetsingsafstand wordt 40 m aangehouden (diameter 8 inch, ontwerpdruk 110 bar). De bebouwingsafstand bedraagt respectievelijk 5 m voor categorie II bebouwing en 10 m voor categorie I.
De te kruisen dijk parallel aan de Nittersweg is een secundaire waterkering. De hiervoor geldende eisen uit NEN 3651:2003 worden bij het ontwerp van de kruising in acht genomen [ref. 2.17].

Archeologie
Er zijn geen effecten op archeologische waarden [ref. 2.2 en 2.18].

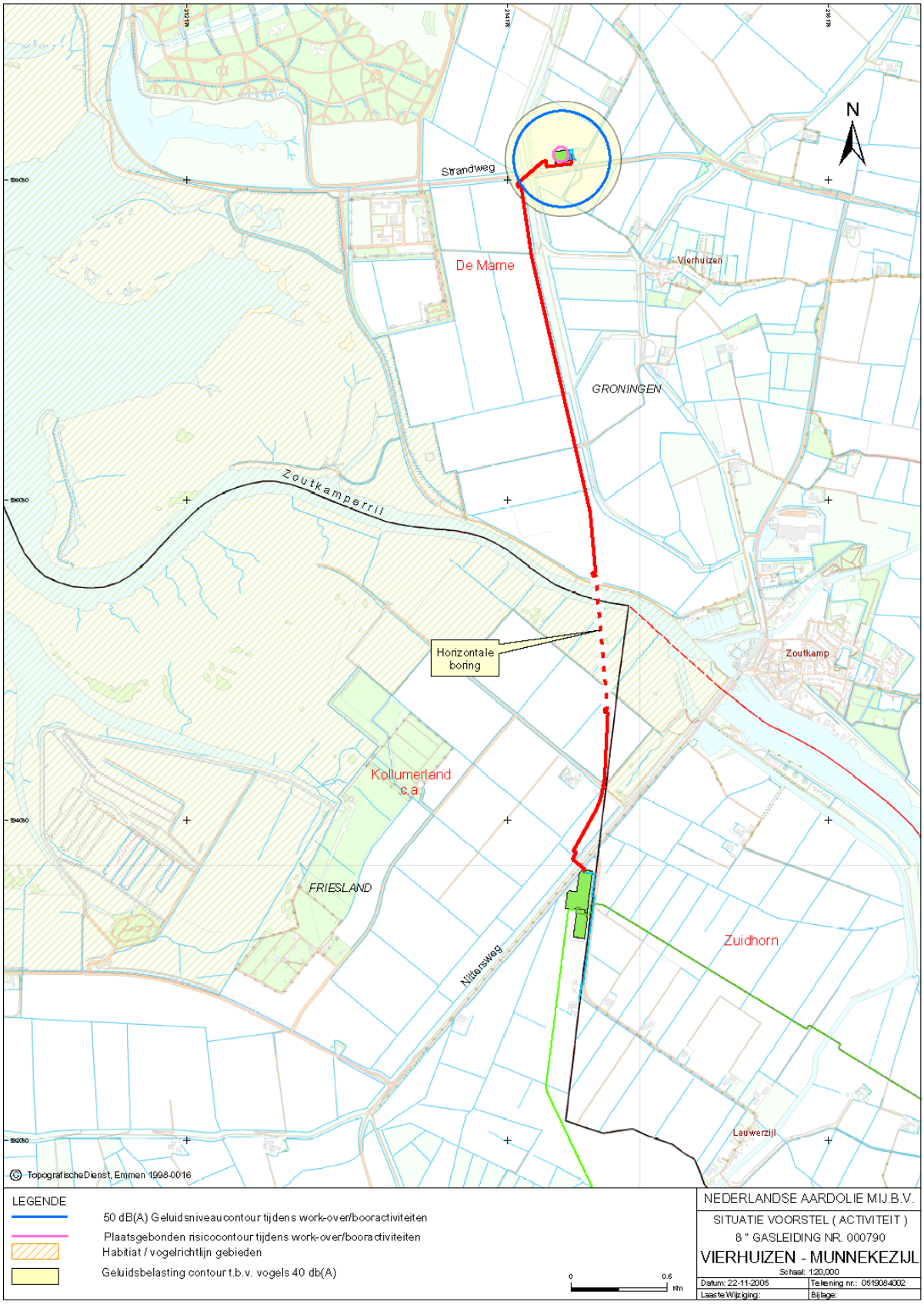
Toekomstige boringen
De geplande boring op locatie Moddergat en mogelijk toekomstige boringen op alle locaties worden uitgevoerd met behulp van een tijdelijk te plaatsen, demontabele boorinstallatie die na afloop gedemonteerd en afgevoerd wordt. De effecten zijn overeenkomstig de beschreven effecten bij de putreparatie.



Figuur 2.10 Overzichtskaart voorbereidende fase Moddergat – Anjum



Figuur 2.11 Overzichtskaart voorbereidende fase Lauwersoog - Anjum



Figuur 2.12 Overzichtskaart voorbereidende fase Vierhuizen – Munnekezijl

2.5.2 Productiefase

In gebruik nemen putten
Schoonproduceren
Voorafgaande aan het in bedrijf nemen van de bestaande putten op de Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen locaties zullen er putreparaties worden uitgevoerd met een boortoren. Na een putreparatie dient een put schoon geproduceerd te worden. Hiertoe zal tijdelijk (enkele uren) fakkelen noodzakelijk zijn om de eerste vloeistoffen uit de put te verwijderen. Om zichthinder te beperken vindt in dergelijke gevallen het fakkelen overdag plaats en kan er gebruik gemaakt worden van tot ongeveer 8 meter hoge, met schermen afgesloten fakkelsystemen. Het verdere schoon produceren zal worden uitgevoerd via de nieuw aan te leggen transportleidingen naar de bestaande behandelingsinstallaties.
Een alternatieve methode staat beschreven in bijlage 2.

Een fakkel en omliggende verlichting kunnen 's nachts vogels aantrekken en met name op zee en daar waar vogels aanlanden. De gevoeligheid van vogels voor dit type desoriëntatie treedt op gedurende de trekbewegingen en dan gedurende bewolkte nachten. In het midden van de jaren negentig is verschillende malen monitoring uitgevoerd van vogelbewegingen tijdens het affakkelen van gas. Het kon geconcludeerd worden dat "aantrekkende" omstandigheden niet spelen voor de onderhavige landsituaties. Wel is het fakkelen te Anjum gereguleerd vanwege de slaaptrek van ganzen die een dagelijkse route hadden gekozen pal over de fakkelplaats. Hiermee werd enige vorm van interaktie vermeden. Lauwersoog, Moddergat en Vierhuizen lagen buiten deze slaaptrekrouten.

Aardgasproductie
Geluid productie
Tijdens normaal bedrijf is de belangrijkste geluidsbron de drukregelklep. Er wordt geluidsisolatie toegepast om de geluidsbelasting van de belangrijkste bron te verminderen. Extra geluidsproducerende activiteiten (bijvoorbeeld ten gevolge van onderhoud) zullen zoveel mogelijk plaatsvinden op werkdagen tussen 07:00 uur en 19:00 uur. In de geluidsrapporten [ref. 2.7-2.9] is de geluidsbijdrage van de voorgenomen activiteit berekend.

Geluidsbeperking is een zeer belangrijk aspect geweest bij de ontwikkeling van de verplaatsbare productie-unit. In dat verband zijn de volgende geluidsbeperkende maatregelen getroffen:
- de productiekleppen (chokes) zijn van een geluidsarm type en worden voorzien van geluidsisolatie;
- de productieleidingen zijn in een extra zware drukgroep uitgevoerd;
- productieleidingen zijn op rubber gelijnde ondersteuningen opgelegd;
- productieleidingen zijn deels van isolatie voorzien;
- de hydraulische unit en de E- en I-ruimte zijn op trillingsisolatoren geplaatst.

De etmaalwaarde van het door de werking van de inrichting en door werkzaamheden aan de inrichting veroorzaakte geluidsniveau is bepaald op een hoogte van 5 meter boven het maaiveld gemeten c.q. beoordeeld volgens de "Handleiding meten en rekenen industrielawaai", uitgave 1999. De contouren zijn gebaseerd op de opgestelde geluidsprognoses [ref. 2.7, 2.8 en 2.9].

Mogelijk extra geluid producerende activiteiten (bijvoorbeeld tengevolge van onderhoud) zullen zo veel mogelijk plaatsvinden op werkdagen tussen 07.00 uur en 19.00 uur.

Moddergat: De locatie Moddergat is gelegen in een agrarische omgeving. De meest nabij de locatie gelegen woonbebouwing bevindt zich op een afstand van circa 180 meter van het hek van de locatie. De etmaalwaarde van het door de werking van de inrichting en door werkzaamheden aan de inrichting veroorzaakte geluidsniveau bedraagt ter plaatse van de geluidscontour (zie figuur 2.16) aldaar niet meer dan 50 dB(A). Als streefwaarde (voorkeursrichtwaarde) wordt in onderhavige situatie een geluidsbelasting, ter plaatse

van woningen, van 40 dB(A) aangehouden. Aan deze streefwaarde kan worden voldaan. Er is geen hinder te verwachten van transporten van en naar de inrichting [ref. 2.8].

Lauwersoog: De locatie Lauwersoog is gelegen op een geluidsgezoneerd industrieterrein. De meest nabij de locatie gelegen woonbebouwing bevindt zich op een afstand van circa 334 meter van het hek van de locatie. De etmaalwaarde van het door de werking van de inrichting en door werkzaamheden aan de inrichting veroorzaakte geluidsniveau bedraagt aldaar ter plaatse van de geluidscontour (zie figuur 2.17) niet meer dan 50 dB(A).De inrichting ligt op een in het kader van de Wet geluidhinder gezoneerd industrieterrein Visserijhaven Lauwersoog. Ter plaatse van de om het industrieterrein gelegen geluidszone mag de geluidsimmissie van het totale industrieterrein niet meer dat 50 dB(A) geluidsbelasting bedragen. De berekende geluidsbijdrage van de NAM-inrichting bedraagt op deze geluidszone maximaal 35.3 dB(A) geluidsbelasting, inclusief een straftoeslag van 10 dB(A) voor de nachtperiode (tbv beoordeling op mensen gericht). Als het een beoordeling voor de fauna betreft is deze straftoeslag niet nodig. De langtijdgemiddeld beoordelingsniveau op de contour ligt op maximaal 25.6 dB(A).
De bijdrage van de NAM-inrichting ligt ruim onder de maximaal toelaatbare waarde. Er is geen hinder is te verwachten van transporten van en naar de inrichting [ref. 2.7].

Vierhuizen: De locatie Vierhuizen is gelegen in een agrarische omgeving. De meest nabij de locatie gelegen woonbebouwing bevindt zich op een afstand van circa 400 meter ten noord-oosten van het hek van de locatie. Aaneengesloten woonbebouwing (de dorpskern van Vierhuizen) bevindt zich op circa 750 m ten zuid-oosten van het hek van de locatie. De etmaalwaarde van het door de werking van de inrichting en door werkzaamheden aan de inrichting veroorzaakte geluidsniveau bedraagt ter plaatse van de geluidscontour (zie figuur 2.18) aldaar, niet meer dan 50 dB(A). De contour is gebaseerd op een in mei 2005 opgestelde geluidsprognose. Als streefwaarde (voorkeursrichtwaarde) wordt in onderhavige situatie een geluidsbelasting, ter plaatse van woningen, van 40 dB(A) aangehouden. Aan deze streefwaarde kan worden voldaan. Er is geen hinder is te verwachten van transporten van en naar de inrichting [ref. 2.9].

Externe risico's
De locaties zijn ingericht en worden onderhouden conform de daarvoor geldende mijnbouwvoorschriften. In het kader van het 'Besluit externe veiligheid inrichtingen' (Bevi) is een berekening uitgevoerd met betrekking tot het plaatsgebonden risico en groepsrisico bij grote ongevallen (blow-out en well release). De meest voor de omgeving significante calamiteit die zich kan voordoen is het ongecontroleerd vrijkomen van gas uit de ondergrond, een zogenaamde tubing blow-out tijdens een wire-line operatie. De effecten en het risico van een blow-out en beheersmaatregelen om een blow-out te voorkomen zijn uitgebreid behandeld in 'Kwantitatieve Risico Analyse Gaswinning Moddergat', 'Kwantitatieve Risico Analyse Gaswinning Lauwersoog' en 'Kwantitatieve Risico Analyse Gaswinning Vierhuizen' [ref. 2.11, 2.12 en 2.16].
Hieruit blijkt dat er zowel wordt voldaan de normen voor Plaatsgebonden Risico (10-5 en 10^{-6} contouren buiten de inrichting) als aan de normen voor het Groepsrisico (geen overschrijding oriënterende normwaarden uit het BEVI).

Moddergat: De 10^{-6}/jaar plaatsgebonden risicocontour van de locatie Moddergat is weergegeven in figuur 2.16 en komt buiten de inrichting. Binnen deze contour zijn geen kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten vanuit de omgeving permanent aanwezig [ref. 2.11]. Het groepsrisico ten gevolge van gasproductie op de locatie Moddergat is verwaarloosbaar en overschrijdt de oriënterende normwaarden zoals gedefinieerd in het Bevi niet [ref. 2.11].

Lauwersoog: De 10^{-6}/jaar plaatsgebonden risicocontour van de locatie Lauwersoog is weergegeven in figuur 2.17. Binnen deze contour zijn geen kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten vanuit de omgeving permanent aanwezig [ref. 2.12]. De dichtstbijzijnde gevoelige objecten zijn het buurbedrijf ten noorden van de inrichting en de eerste steiger ten westen met eventueel aanwezige schepen. Het groepsrisico ten gevolge van gasproductie op de locatie Lauwersoog is beperkt en overschrijdt de oriënterende normwaarden zoals gedefinieerd in het Bevi niet [ref. 2.12]. Middels de Kwantitatieve Risico Analyse methodiek zijn de locatie van de uitgaande leiding, de

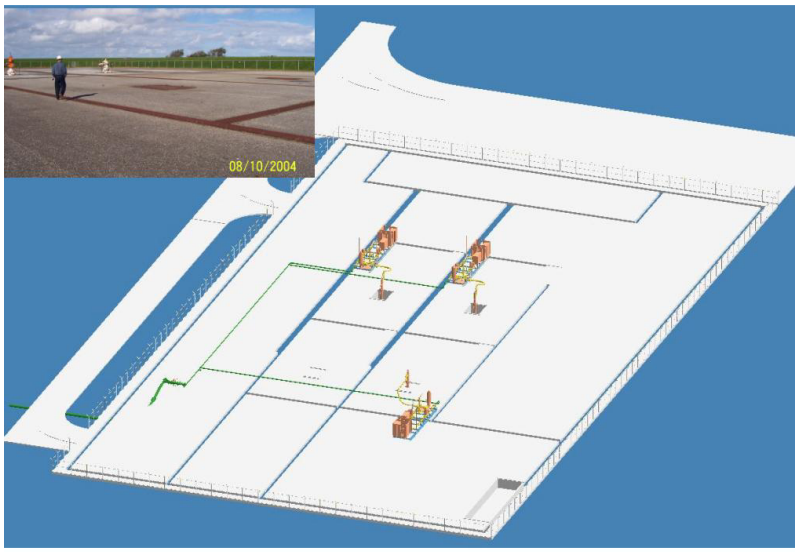
orientatie van de productieunits en de putmonden zo gekozen dat het risico ter plaatse van de loods (noordzijde) en de haven (westzijde) is geminimaliseerd.

Vierhuizen: De 10^{-6}/jaar plaatsgebonden risicocontour van de locatie Vierhuizen is weergegeven in **figuur 2.18** en ligt buiten de inrichting. Er zijn echter geen gevoelige objecten vanuit de omgeving permanent aanwezig binnen de contour [**ref. 2.16**]. Het groepsrisico ten gevolge van gasproductie op de locatie Vierhuizen is beperkt en overschrijdt de oriënterende normwaarden zoals gedefinieerd in het Bevi niet [**ref. 2.16**].

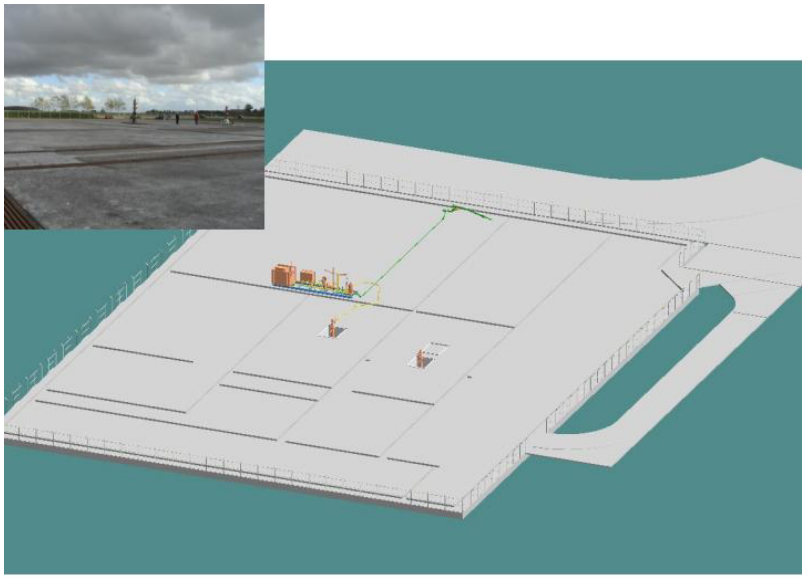
Landschappelijke inpassing
Bij de kleurkeuze en dergelijke wordt ernaar gestreefd de installatie zo goed mogelijk in de omgeving in te passen en de bouwhoogte te beperken. In **figuur 2.13** is een artist impressie gegeven van de te plaatsen productie units op de Lauwersoog locatie. Op de bijgevoegde situatieschetsen (**figuur 2.14a en b**) wordt een beeld geschetst van de indeling van de locaties Moddergat en Vierhuizen. Per put wordt een productieunit geplaatst (**figuur 2.15**). De landschappelijke inpassing wordt overlegd met de gemeente en eventuele andere belanghebbenden.



Figuur 2.13: Luchtfoto van de Lauwersoog locatie met een artist-impressie van de productieunit (per put).



Figuur 2.14a: Lay-out Moddergatproductie locatie



Figuur 2.14b: Lay-out Vierhuizen productielocatie



Figuur 2.15: Foto van een compacte productieunit (per put). Deze unit zal voor de winning van het gas worden toegepast en is op schaal geprojecteerd in bovenstaande locatie plattegronden.

Energie
Bij het ontwerp van de installaties wordt naar een zo doelmatig mogelijk gebruik van energie gestreefd, mede in het kader van de Meerjaren Afspraak Energieverbruik met het Ministerie van Economische Zaken. Er is een aansluiting op het elektriciteitsnet.

Emissies naar de lucht
Alleen bij het voor de eerste keer opstarten van de putten (het schoonproduceren), gedurende het affakkelen van gas, vinden er emissies naar de lucht plaats. Stoffen die hierbij vrijkomen zijn kooldioxide (CO_2), resten koolwaterstoffen (C_xH_y) en koolmonoxide (CO), dat echter door toepassing van Clean Enclosed Burners tot een minimum wordt beperkt (99,9% verbrandingsrendenment). Als verdere mitigerende maatregel kan het schoonproduceren met stikstof gelden.
Tijdens het in bedrijf zijn van de installatie kan het voorkomen dat in noodsituaties of bij onderhoud de installatie drukvrij gemaakt moet worden. Het totale gasvolume per productieeenheid bedraagt maximaal 100 Nm^3 aardgas en wordt, in geval van noodzaak (bijvoorbeeld onderhoud), rechtstreeks afgevoerd naar de atmosfeer via de afblaaspijp.
Gezien de relatief te verwaarlozen bijdrage van deze emissies aan grootschaligere milieueffecten (broeikaseffect, zure regen, smogvorming) worden deze luchtemissies verder, voor de beoordeling van deze activiteit ondergeschikt bevonden en buiten beschouwing gelaten.

Afval en Afvalwater
Het hemelwater van het puttenterrein is tijdens normaal bedrijf schoon en wordt via de hoekbak geloosd op het oppervlaktewater. Op plaatsen met een verhoogd risico op morsing zal alle vloeistof worden opgevangen, verzameld en worden afgevoerd naar een erkende afvalverwerker.

Tijdens het schoonproduceren zullen de vrijkomende vloeibare afvalstoffen worden afgevoerd naar een erkende afvalverwerker. Afgewerkte en hydraulische olie en / of vervuilde methanol, die bij onderhoud vrijkomen, worden zoveel mogelijk separaat opgevangen en afgevoerd naar een erkende afvalverwerker.

Tevens wordt een monitoringsysteem bestaande uit peilbuizen voor het bewaken van de bodemkwaliteit geïnstalleerd. De bodem- en grondwaterkwaliteit zullen verder na oprichting van de installatie worden gecontroleerd door middel van dit monitoringsysteem. De plaats en uitvoering van deze peilbuizen wordt bepaald nadat het terrein gereed is.
Tijdens normaal bedrijf komen geen vaste afvalstoffen vrij vanuit het proces. Mogelijk huishoudelijke afval tijdens werkzaamheden wordt verzameld en meegenomen (en dan via de gemeentelijke afvaldienst afgevoerd).

Met deze bodembeschermende maatregelen en een monitoringsysteem wordt het risico van bodemverontreinigingen afdoende beheerst.

Hulpstoffen
Tijdens opstarten van ‘koude’ gasputten kan het noodzakelijk zijn om tijdelijk methanol te injecteren in de gasstroom om ijsvorming in de gasstroom te voorkomen. Hiertoe zal dan tijdens deze opstart een methanol injectie unit op de locatie worden geplaatst. Deze wordt vervolgens weer verwijderd.

Verkeer
Voor normaal bedrijf en onderhoud wordt de locatie éénmaal per twee weken per personenauto of bestelauto bezocht. Voor het afvoeren van water uit de vuilwaterbak vindt indien nodig transport plaats met een vacuümtankauto. Gebruik van methanol vindt enkele malen per jaar plaats. De frequentie van transport is zo laag dat de milieueffecten verder niet in dit MER zijn uitgewerkt.

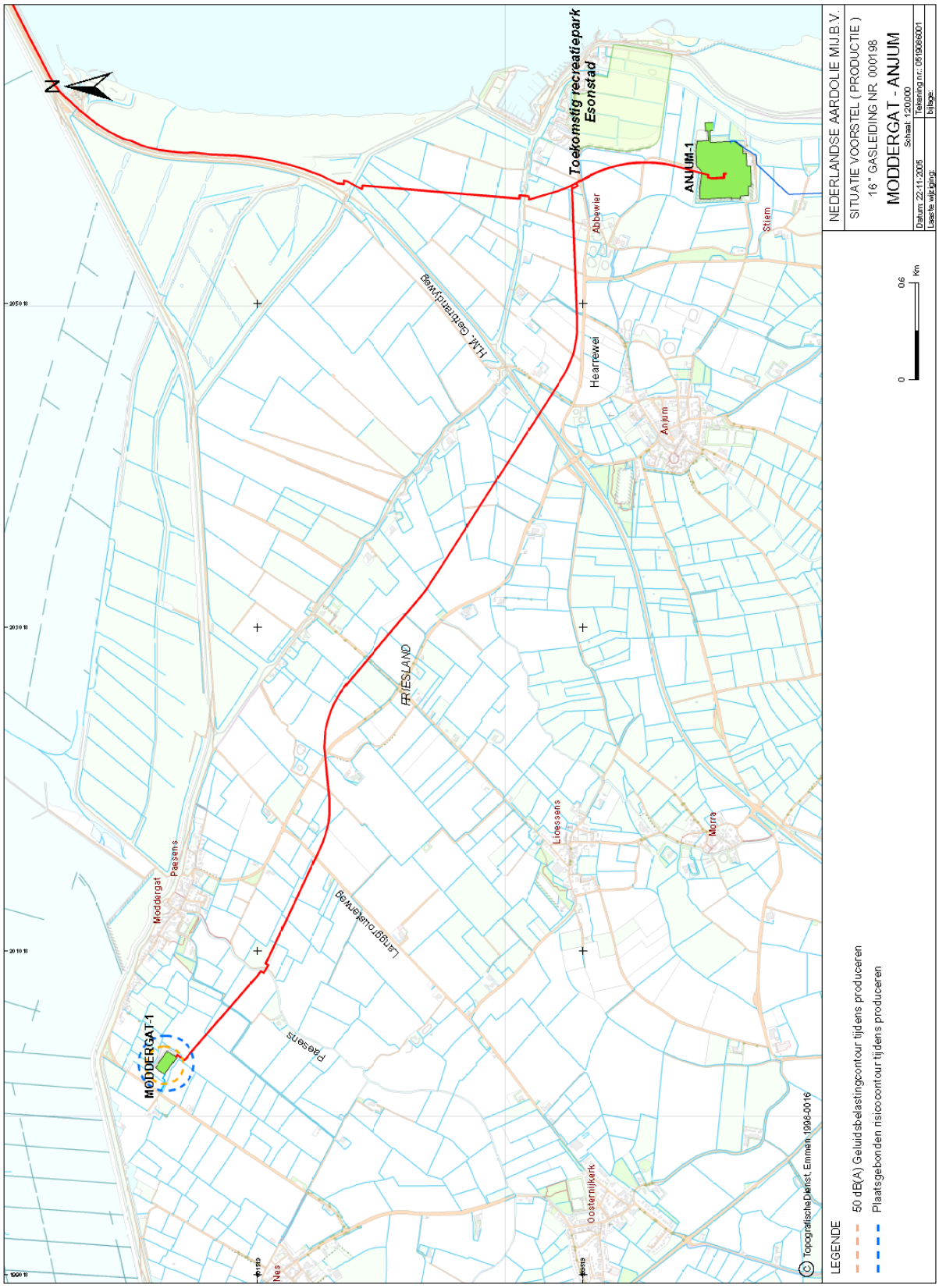
Licht
Door het gebruik van een Clean Enclosed Burner tijdens schoonproduceren is het visuele effect op mensen en vogels (desoriëntatie) vrijwel geheel afwezig. Het effect is overigens altijd tijdelijk.

Gedurende normale productieomstandigheden wordt de installatie 's avonds en 's nachts niet verlicht. Hinderlijke lichtstraling voor de omgeving wordt daarmee voorkomen. Hinderlijke uitstraling tijdens inspecties wordt verder beperkt door verlichting niet hoger dan 2,5 meter aan te brengen.
Gezien de afwezigheid van structurele verlichtingsbronnen worden geen effecten verwacht op vogels.

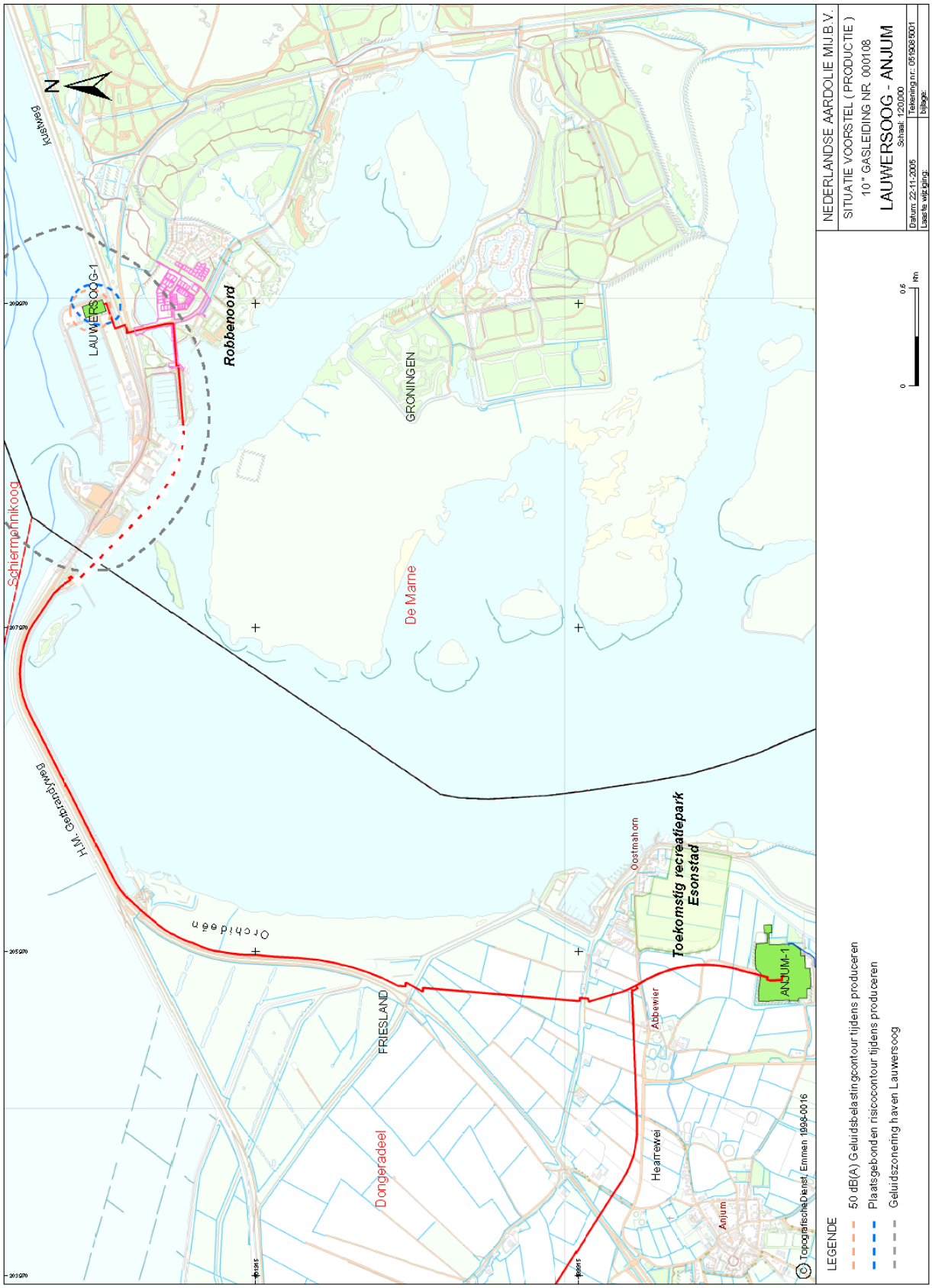
Warmte
De maximale temperatuur van het gas in de pijpleiding bedraagt circa 100 °C. Gezien de maximale toelaatbare bodemtemperatuur zal de leiding worden geïsoleerd.

Lichte aardbevingen
Zoals in **paragraaf 2.4.3** beschreven kan niet worden uitgesloten dat er in de toekomst lichte aardbevingen zullen optreden. Het KNMI heeft berekend dat deze niet zwaarder zijn dan magnitude 3,9 op de schaal van Richter [**ref. 2.20 en 2.21**] en dat in het ernstigste geval matige schade aan enkele gebouwen kan optreden [**ref. 2.21**]. Dit laatste wordt ook bevestigd door resultaten van de 'seismische hazard' studie van TNO-NITG [**ref. 2.22**]. Uit die studie blijkt tevens dat de omvang van het gebied waar mogelijk schade kan optreden ruwweg beperkt blijft tot een cirkel met een straal van 7 km rond het epicentrum van de beving.
Bij een beving die krachtig genoeg is om schade te veroorzaken, is het aantal potentiële schadegevallen binnen dit gebied uiteraard sterk afhankelijk van de dichtheid van bebouwing, terwijl de mate van schade (geen, lichte, matige) op een bepaalde afstand van het epicentrum in grote mate wordt bepaald door het type bebouwing en de staat van onderhoud. Ook de samenstelling van de ondiepe ondergrond kan daarbij een rol spelen, zoals in kaart gebracht door TNO-NITG.
Indien schade is opgetreden als gevolg van de gaswinning, dan rust op NAM de verplichting die schade overeenkomstig de regels van het burgerlijk recht te vergoeden.
In het verleden (Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee) is een studie uitgevoerd naar het risico op dijk- en plaatval ten gevolge van bodemtrillingen. Dit kon worden uitgesloten. Recent is in opdracht van NAM door Tebodin een analyse uitgevoerd van het risico op schade door bodemtrillingen voor buisleidingen [**ref. 2.19**]. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de integriteit van ondergrondse transportleidingen bij aardbevingen ten gevolge van gaswinning niet significant kan worden aangetast.

In het gebied boven het in dit MER beschreven voorkomens vindt continu monitoring van eventuele aardbevingen plaats. Deze monitoring wordt uitgevoerd door KNMI met behulp van een daartoe aangelegd netwerk van seismische registratie apparatuur.



Figuur 2.16 Overzichtskaart Moddergat – productiefase



Figuur 2.17 Overzichtskaart Lauwersoog – productiefase



Figuur 2.18 Overzichtskaart Vierhuizen – productiefase

2.5.3 Ontmantelingsfase

De relevante milieuaspecten voor het abandonneren van de locaties zijn in grote lijnen gelijk aan die voor de aanleg van de locaties. Het afdichten en afwerken van de putten zal plaatsvinden met een work-over rig en duurt circa 3 weken.

Geluid
Geluidsproductie van materiaal en materieel gedurende de werkzaamheden met de work-over toren, sloop en afvoer.

Beheer van de put na abandonnering
Hoewel de put 2,5 meter onder maaiveld wordt afgesneden en in principe geen obstakel meer vormt, blijft het noodzakelijk dat de locatie van de put bekend blijft. De locatie van de put zoals vastgelegd in het rijkscoördinaten stelsel wordt bewaard in een Geografisch Informatie Systeem, zowel bij de NAM als extern bij de overheid. Het externe systeem wordt geraadpleegd wanneer KLIC meldingen worden gedaan door derden voor werkzaamheden in de nabijheid van de NAM (bestaande en opgeruimde) locaties.

Eventuele bodemsanering
Voordat de locaties worden overgedragen aan de eigenaar vindt een milieukundig bodemonderzoek plaats om vast te stellen of, ondanks de preventieve maatregelen, toch verontreinigingen zijn opgetreden ten gevolge van de activiteiten op de locatie. Indien dit zou blijken, moet de kwaliteit van de bodem hersteld worden in overeenstemming met de dan geldende wet- en regelgeving en in overleg met het bevoegde gezag.

Relevante milieuaspecten abandonneren van transportleiding
De relevante milieuaspecten voor het opruimen van de transportleiding zijn in grote lijnen gelijk aan die voor de aanleg van de transportleiding.

Omdat inzichten, technieken en methoden in 20 jaar ingrijpend kunnen wijzigen zal deze fase verder niet in het MER behandeld worden.



2.6 Vergelijking van alternatieven

2.6.1 Relevante milieueffecten

In dit hoofdstuk wordt de vergelijking gegeven van enerzijds de verschillen in milieueffecten tussen de voorgenomen activiteit (VA) en de autonome ontwikkeling, en anderzijds tussen de verschillen in milieueffecten van de in beschouwing genomen varianten op de VA en de autonome ontwikkeling. Op grond van deze vergelijking moet een verantwoorde beslissing over de activiteit kunnen worden genomen. Het is van belang, dat de gevolgen tevens worden afgezet tegen beleidsvoornemens en vigerende normen en uitgangspunten van het milieubeleid. Op grond van voorgaande wordt geconcludeerd welke combinatie van varianten het meest milieuvriendelijke alternatief (MMA) vormen.

2.6.2 Beoordeling van de varianten

De varianten kunnen worden beoordeeld aan de in bijlage 3 weergegeven kaders en worden vergeleken met de autonome ontwikkeling. Deze autonome ontwikkeling gaat uit van het passief blijven bestaan van de bestaande locaties.

Vergelijking van de gevolgen voor het milieu

De vergelijking met de toetsingscriteria en de gevolgen voor het milieu leiden uiteindelijk tot de volgende tabel 2.9, waarin autonome ontwikkeling, de voorgenomen activiteit (VA) en het meest milieuvriendelijke alternatief (MMA) onderling zijn vergeleken. In deze tabellen is de volgende beoordeling gebruikt (aangeduid als score):

++	=	aanmerkelijk beter voor het milieu dan de autonome ontwikkeling
+	=	beter voor het milieu dan de autonome ontwikkeling
+/0	=	iets beter voor het milieu dan de autonome ontwikkeling
0	=	niet-significant effect of gelijk aan de autonome ontwikkeling
-/0	=	iets ongunstiger voor het milieu dan de autonome ontwikkeling
-	=	ongunstiger voor het milieu dan de autonome ontwikkeling
--	=	aanmerkelijk ongunstiger voor het milieu dan de autonome ontwikkeling.

Vervolgens wordt in de daaropvolgende paragraaf een toelichting op de tabellen gegeven.

De voorzieningen en maatregelen die de NAM reeds heeft voorzien om de milieueffecten weg te nemen of te beperken zijn niet opgenomen in onderstaande tabellen, omdat zij reeds zijn opgenomen en meegeteld in de voorgenomen activiteit. Hiertoe wordt verwezen naar de tabel 2.2.

Deze voorzieningen en maatregelen zijn dus reeds meegenomen in het bepalen van de significantie-score van elk aspect van de voorgenomen activiteit.

Uiteindelijk worden in paragraaf 2.7 de keuzes gemaakt en wordt het voorkeursalternatief nader toegelicht.

Tabel 2.10 Vergelijking van de gevolgen voor het milieu

Putmodificaties/onderhoud en boren						
Relevant milieuaspect	**Effect VA**	**Score VA**	**Lange termijn of tijdelijk**	**MMA**	**Verschil effecten MMA en VA**	**Score MMA**
Emissies naar de lucht	Diffuse emissies van aardgas; verbrandingsemissie voor generatoren en transport	-/0	tijdelijk			
Afvalwater	Mogelijke vervuiling hemelwater tijdens boring	0	tijdelijk			
Vaste/vloeibare afvalstoffen	Beslag op bergingslocaties	-/0	Verwerken Tijdelijk; Storten: lang			
Geluid en trillingen	Geluidhinder door boring; toepassing van geluidsschermen op locatie Moddergat & Lauwersoog. Vermijden booractiviteit op locatie Lauwersoog tijdens recreatie seizoen	-	tijdelijk	Vermijden ecologisch gevoelige periode	Minder verstoring broedvogels	-/0
Licht	Lichthinder door verlichting met halogeen bouwlampen Op locatie Lauwersoog verlichting aan binnenzijde geluidsschermen	-/0	tijdelijk	Toepassen van natuurkappen	Minder lichthinder	0
Veiligheid	Verkeers- en procesveiligheid: toename bouwverkeer en risico op blow-out	-/0	tijdelijk			

Aanleg winningslocaties						
Relevant milieuaspect	**Effect VA**	**Score VA**	**Lange termijn of tijdelijk**	**MMA**	**Verschil effecten MMA en VA**	**Score MMA**
Ruimtegebruik	Ruimtegebruik in agrarisch gebied	0	lang			
Landschappelijke inpassing	Aantasting van landschap, toepassing van een compacte installatie met beperkte hoogte	-/0	lang			
Veiligheid en verkeer	Toename (bouw)verkeer, ca. 2 maanden	-/0	tijdelijk			
Geluid en trillingen	Verstoring leefmilieu door heien en frezen van asfalt (enkele dagen), overig bouwlawaai; enkele weken	-	tijdelijk	Toepassen schroefpalen waar mogelijk en toepassen geluids-schermen	Minder heilawaai	-/0
Flora en fauna	Verstoring van fauna heiwerkzaamheden (enkele dagen), overige bouwactiviteit (geluid), enkele weken	-/0	tijdelijk	Toepassen schroefpalen waar mogelijk en toepassen geluids-schermen	Minder heilawaai	0

Aanleg gastransportleiding						
Relevant milieuaspect	**Effect VA**	**Score VA**	**Lange termijn of tijdelijk**	**MMA**	**Verschil effecten MMA en VA**	**Score MMA**
Ruimtegebruik	Tijdelijk ruimtegebruik door aanleg transportleiding door agrarisch gebied; max. 4 mnd per leiding	-	tijdelijk			
Bemaling en vrijkomend water	Geringe verlaging grondwaterstand, per sectie tot enkele weken	-/0	tijdelijk			
Landschappelijke inpassing	Aantasting landschap door ontgraven en opslag grond; max. 4 maanden per leiding	0	tijdelijk			
Veiligheid en verkeer	Toename (bouw)verkeer, tijdelijk, ca. 4-6 maanden.	-/0	tijdelijk			
Geluid en trillingen	Verstoring omwonenden door transport en gebruik werktuigen	-	tijdelijk	Geluid-schermen bij HDD boring	Minder geluid	-/0
Archeologische waarden	Verstoring van archeologische waarden	0	tijdelijk			

Flora en fauna	Verstoring door werkzaamheden (geluid, tijdelijk beslag op leefgebied), plaggen van bijzondere vegetatie, kruisen van Speciale Beschermingszones met horizontale boringen	-/0	tijdelijk	Vermijden ecologisch gevoelige perioden	Minder verstoring	0

Productiefase winningslocaties						
Relevant milieuaspect	**Effect VA**	**Score VA**	**Lange termijn of tijdelijk**	**MMA**	**Verschil effecten MMA en VA**	**Score MMA**
Energie	Gebruik van energie	0	lang			
Emissies naar de lucht	Fakkelemissies van schoonproduceren middels Clean Enclosed Burner Zeer geringe diffuse en incidentele emissies	-/0	tijdelijk	Schoon produceren met stikstof	Emissie schoon produceren beperkt	-/0
Afval(water)	Mogelijke verontreiniging water door lekkage of morsen	0	lang			
Vaste/vloeibare afvalstoffen	Vervuiling van omgeving	0	lang			
Bodem	Vervuiling locatie door lekkage en morsen	0	lang			
Procesveiligheid	Extern risico e.g. blow-out: overschrijding plaatsgebonden risico en groepsrisico	-/0	lang			
Geluid en trillingen	Verstoring omgeving tijdens schoonproduceren en door drukregelklep	-/0	tijdelijk/lang			
Licht	Lichthinder voor omgeving	0	lang			
Bodemdaling en lichte aardbevingen	Mogelijke bodemdaling en lichte aardbevingen en bijhorende effecten	-	lang	Hand aan de kraan	Geen effect in Waddenzee	0
Verkeersbewegingen	Belasting weginfrastructuur en verstoring omgeving	-/0	lang			

Productiefase gastransportleiding						
Relevant milieuaspect	**Effect VA**	**Score VA**	**Lange termijn of tijdelijk**	**MMA**	**Verschil effecten MMA en VA**	**Score MMA**
Warmte	Warrtmestraling naar bodem als gevolg temperatuur gas	0	lang			
Veiligheid	Risico door incidenten	-/0	lang			

Abandonnering van putten en locaties						
Relevant milieuaspect	**Effect VA**	**Score VA**	**Lange termijn of tijdelijk**	**MMA**	**Verschil effecten MMA en VA**	**Score MMA**
Geluid en trillingen	Verstoring omwonenden door aan/afvoer van materiaal en materieel en gebruik werktuigen	-/o	tijdelijk	Niet verwijderen van putten en locaties	Geen tijdelijke overlast	
Afval	Verwijdering van bouw- en sloopafval	-	lang	Niet verwijderen van putten en locaties	Geen bouw- en sloopafval	0
Landschappelijke inpassing	Herstel landschap door terugbrengen in oorspronkelijke staat	+	lang			

Abandonnering van gastransportleiding						
Significant milieuaspect	**Effect VA**	**Score VA**	**Lange termijn of tijdelijk**	**MMA**	**Verschil effecten MMA en VA**	**Score MMA**
Ruimtegebruik tijdens abandonnering	Tijdelijk ruimtegebruik door opgraven van transportleiding door agrarisch gebied	-	tijdelijk	Gastranport-leiding laten liggen	Geen verstoring	0
Landschappe-lijke inpassing	Aantasting landschap door opgraven en opslag grond	0	tijdelijk	Gastranport-leiding laten liggen	Geen verstoring	0
Veiligheid en verkeer	Toename (bouw)verkeer, tijdelijk, ca. 4-6 maanden.	-	tijdelijk	Gastranport-leiding laten liggen	Geen verstoring	0
Geluid en trillingen	Verstoring omwonenden door aan/afvoer van materiaal en materieel en gebruik werktuigen	-	tijdelijk	Gastranport-leiding laten liggen	Geen verstoring	0
Afval	Verwijdering van sloopafval	-	lang	Gastranport-leiding laten liggen	Geen sloopafval	0
Flora en fauna	Verstoring door werkzaamheden (geluid, tijdelijk beslag op leefgebied)	-/0	tijdelijk	Gastranport-leiding laten liggen /Vermijden ecologisch gevoelige perioden (broedseizoen)	Geen of minder verstoring	0

Toelichting op de VA en MMA vergelijkingstabellen

Ruimtegebruik
In de autonome ontwikkeling blijven de bestaande locaties voor onbepaalde tijd bestaan in afwachting van een beslissing om al of geen gas te gaan winnen.
Het ruimtebeslag van de voorgenomen activiteit is voor onbepaalde tijd gelijk aan dat van de autonome ontwikkeling en wordt dus gewaardeerd als 0.

De ruimte ingenomen door de gastransportleiding belemmert ten opzichte van de autonome ontwikkeling de agrarische bestemming niet. Eventuele andere niet voorziene ruimtelijke ontwikkelingen, zoals de aanleg van infrastructuur en bebouwing, zouden door de aanwezigheid van de gastransportleiding worden belemmerd. Gezien de agrarische bestemming voor langere tijd en het inpassen van het tracé van de gastransportleiding in de geplande golfbaan bij Anjum wordt het ruimtebeslag ten opzichte van de autonome ontwikkeling gewaardeerd als 0.

Flora en fauna
Hoewel er storing van geluid en werkzaamheden in de directe omgeving van het plangebied zal zijn, die varieert in de verschillende fasen van het project, is er geen blijvende betekenisvolle invloed op de vegetatie/flora in het plangebied en de nabijgelegen natuurgebieden. Na de werkzaamheden zal eventueel verstoorde vegetatie/flora zich herstellen. De verstoring van fauna door werkzaamheden zal tijdelijk zijn. Door het kiezen van de juiste tijdsperiodes kunnen effecten worden voorkomen en/of geminimaliseerd. Zo kunnen door het mijden van werkzaamheden in de broed/voortplantingstijd negatieve effecten op vogels worden voorkomen.

Aanleg gaswinningslocaties
Voor de aanlegfase scoort de voorgenomen activiteit vanzelfsprekend ongunstiger dan de autonome ontwikkeling (geen aanleg). De aanleg is echter een tijdelijke activiteit (circa 2 maanden per locatie) en de milieueffecten bestaan hoofdzakelijk uit verstoring. Het heien van palen en het frezen van de asfaltvloer zijn de meest relevante geluidsaspecten.

Het MMA van de modificatie van de locaties tot winningslocatie, betreft uitvoering van de VA vermeerderd met de volgende variant:
- het toepassen van schroefpalen in plaats van heien waar dat mogelijk is;

Aanleg gastransportleiding
Vanwege de relatief korte duur (enkele weken), de beperkte hoeveelheid (enkele decimeters verlaging) en de verwachte snelle toestroming vanuit de omgeving, leidt bemaling van grondwater in de gastransportleidingsleuf in de voorgenomen activiteit niet tot significante gevolgen voor het milieu. Door de inzet van geluidsarm materieel en monitoring kan de eventueel verstorende invloed van geluid worden geminimaliseerd. Het ontgraven, de aan- en afvoer van materiaal en materieel en het plaatselijk toepassen van de horizontal HDD-boring zal mogelijk leiden tot verstoring van omwonenden en dieren. Het in acht nemen van ecologisch gevoelige perioden (broed/voortplantingsseizoen) is een geschikte mitigerende maatregel voor het beperken van de verstoring van fauna.Deze is dan ook in het MMA opgenomen.

In overwegend agrarisch gebied kan als mitigerende maatregel de vestiging van akker en weidevogels worden voorkómen door afdekken met landbouwplastic of het aanbrengen van ritselfolie en schriklinten op de toekomstige werkstrook indien daar de werken wel in de periode half februari tot half juni moeten worden uitgevoerd. Ritselfolie en schriklinten hebben een ‘houdbaarheid’ van 3 tot 4 weken, daarna treedt gewenning op en kunnen alsnog broedgevallen optreden.

Onderhoud en aanpassingen putten
De activiteiten t.b.v. onderhoud en aanpassingen van putten zijn weliswaar gekenmerkt door hun tijdelijk effect, maar ongunstiger dan de autonome ontwikkeling. Geluidsemissies zullen worden beperkt tot een minimum door gebruik te maken van geluidarme apparatuur en op de locaties Moddergat en Lauwersoog door afscherming. Voor de locatie Vierhuizen is het plaatsen van een scherm gezien de tijdelijke aard van de werkzaamheden en het geluid verbonden met de aanvoer, het plaatsen en verwijderen ervan per saldo niet of nauwelijks gunstiger als het VA. Ook zonder aanvullende maatregelen geldt datgeldende geluidsnormen daar niet zullen worden overschreden.

Gezien de ligging van Moddergat en Vierhuizen in argrarisch gebied en Lauwersoog buiten de Speciale Beschermingszone Waddenzee speelt verstoring van vogels geen rol van betekenis (zie paragraaf 2.5.1).

Het MMA van de booractiviteiten betreft uitvoering van de VA vermeerderd met de volgende variant:
- toepassen van natuurkappen om lichthinder verder te beperken.

Productiefase gaswinningslocaties
De productiefase is voor het milieu ongunstiger dan de autonome ontwikkeling. Voor wat het geluid betreft worden de productieunits zo ontworpen dat de geluidsbelasting zoveel mogelijk wordt geminimaliseerd.

Het MMA van de productiefase betreft uitvoering van de VA vermeerderd met de variant:
- schoonproduceren met stikstof.

Productiefase gastransportleiding
Eenmaal aangelegd zal de gastransportleiding geen bijzondere gevolgen hebben voor het milieu, ook niet ten opzichte van de autonome ontwikkeling. De productiefase van de gastransportleiding zal uitgevoerd worden als het VA.

Abandonnering
De effecten van abandonnering zijn vergelijkbaar met die van de aanlegfase, met uitzondering van archeologie. Door abandonnering wordt het landschap in oorspronkelijke staat hersteld.

Het MMA van abandonnering is om de putten en het gastransportleidingtracé te laten liggen.



2.7 Het voorkeursalternatief

Op basis van de vergelijking van de alternatieven formuleert de NAM het voorkeursalternatief als volgt:

Voorbereidingsfase

Aanleg locatie
De aanlegfase van de locaties wordt uitgevoerd als de voorgenomen activiteit. Het toepassen van schroefpalen is circa 50% duurder dan het heien van betonnen palen. Door rekening te houden met gevoelige perioden tijdens de aanlegfase (hinder door het heien van palen en frezen van de vloer) zal geluidhinder zo veel mogelijk worden beperkt. Vanwege de korte duur van het heien (enkele dagen) wegen deze meerkosten niet op tegen het milieurendement en wordt deze variant niet toegepast.

Aanlegfase gastransportleiding
Tijdens de aanlegfase worden voor de tracés nabij gevoelige gebieden de ecologisch gevoelige perioden zoals aangegeven in de voorgenomen activiteit in acht genomen en worden beschermde inheemse planten soorten geplagd.

De mogelijk mitigerende maatregel om vestiging van akker- en weidevogels in het tracé door agrarisch gebied te voorkomen (door afdekken met plastic en toepassing van ritselfolie of schriklinten op de toekomstige werkstrook), wordt, gelet op de relatief lage dichtheid van deze vogels in het gebied en de verstoring van de maatregel zelf, niet zinvol geacht.

Het plaatsen van geluidsschermen bij de uitvoeren van de HDD-boringen wordt gezien de korte uitvoeringsperiode niet zinvol geacht. Het aan/afvoeren en plaatsen van de schermen geeft relatief veel overlast. De uitvoeringsperiode voor de HDD-boringen zullen zoveel mogelijk rekening houden met de ecologisch gevoelige perioden.

Onderhoud en aanpassen putten
Putaanpassingen worden uitgevoerd met een boorinstallatie. Tijdens deze werkzaamheden wordt de boorinstallatie verlicht. Door het toepassen van natuurkappen wordt het lichthinder zo veel mogelijk gereduceerd. Tevens zal op locatie Lauwersoog door toepassing van geluidschermen rondom de locatie de lichtuitstraling beperkt zijn.

Op locaties Moddergat en Lauwersoog worden geluidsschermen geplaatst om hinder naar omwonenden te minimaliseren. Gezien de ligging van Moddergat en Vierhuizen in argrarisch gebied en Lauwersoog buiten de Speciale Beschermingszone Waddenzee speelt verstoring van vogels geen rol van betekenis. Deze activiteiten kunnen dan ook het gehele jaar plaatsvinden.

Productiefase

Bodemdaling
Effecten van bodemdaling en de afweging van alternatieven wordt behandeld in hoofdstuk 5.

Verminderen emissie naar lucht
Omdat het schoonproduceren van de put door middel van stikstofspoeling geen noemenswaardige emissiebesparing (CO_2 en C_xH_y) ten opzichte van het affakkelen van het gas oplevert vanwege de energie-intensieve productie van stikstof, heeft dit alternatief geen duidelijke voorkeur. Afhankelijk van de situatie zal één van de methodes worden toegepast. Bij het gereed maken van de putten voor een work-over kan het noodzakelijk zijn een kleine hoeveelheid gas lokaal te verbranden hetgeen alleen overdag zal plaatsvinden met behulp van een Clean Enclosed Burner en eventueel in aanwezigheid van een vogeldeskundige. Het testen van de putten vindt alleen plaats via de nieuw aan te leggen transportleidingen naar de bestaande gasbehandelingsinstallaties. Dit om verbranden van gas op de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen te voorkomen.

2.8 Passende beoordeling effecten voorbereiding, bedrijfsvoering en ontmanteling, exclusief bodemdaling

Zoals in **hoofdstuk 3 en 4** uitgebreid wordt behandeld is de Waddenzee aangewezen als Speciale Beschermingszone (SBZ) in het kader van de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn en het Lauwersmeer als SBZ in het kader van de Europese Vogelrichtlijn. In dit kader is het van belang op de activiteiten in dit hoofdstuk beschreven een passende beoordeling van de effecten op de natuurwaarden van het gebied uit te voeren. Bij deze beoordeling van de gevolgen moet meegenomen worden welke zogenoemde instandhoudingsdoelstellingen van toepassing zijn. Dergelijke instandhoudingsdoelstellingen zijn momenteel nog niet vastgelegd voor het Lauwersmeer. Wel geldt als vertrekpunt behoud en/of herstel van een gunstige staat van instandhouding voor kwalificerende vogelsoorten.

De beoordelingen van de mogelijke gevolgen voor natuurbelangen, door toetsing aan internationale en nationale wettelijke bepalingen en beleidskaders, leiden tot de conclusie dat de aanleg van de gastransportleidingen [**ref. 2.3**]:

- niet leidt tot aantasting van de instandhoudingdoelstellingen van speciale beschermingszone Waddenzee en Lauwersmeer;
- niet de wezenlijke kenmerken en waarden van de ecologische hoofdstructuur schaadt;
- geen beschermde soorten beschadigt.

In de “Natuur- en Habitattoets aanleg gastransportleidingen” [**ref. 2.3**] is dit meer uitgebreid behandeld.

Het plan voor aanleg kan na verlenen van vergunningen en/of ontheffingen worden uitgevoerd. Dit betreft vergunningen in het kader van de Natuurbeschermingswet en Flora- en faunawet.

Randvoorwaarden ten aanzien van de uitvoering van de aanleg van de gastransportleidingen zijn het werken in kwetsbare gebieden:

- buiten het broedseizoen van de vogels, dus niet tussen medio maart en eind juni (Bantpolder en Zoutkamperril)
- buiten het overwinterseizoen van vogels, dus niet tussen begin oktober en eind maart (Bantpolder)
- buiten het groeiseizoen van de orchideeën, dus niet tussen medio mei en medio augustus

Gebruikte bronnen

2.1 Startnotitie m.e.r. Aardgaswinning Waddenzeegebied;
2.2 Oranjewoud: Archeologisch rapport Friesland (27 juli 2005);
2.3 Oranjewoud: Natuur- en Habitattoets aanleg gastransportleidingen, augustus 2005;
2.4 Vergunningsaanvraag Wet Milieubeheer locatie Moddergat
2.5 Vergunningsaanvraag Wet Milieubeheer locatie Lauwersoog
2.6 Vergunningsaanvraag Wet Milieubeheer locatie Vierhuizen
2.7 Geluidsprognose NAM-locatie Lauwersoog. NAA, 11 augustus 2005;
2.8 Geluidsprognose NAM-locatie Moddergat. NAA, 19 augustus 2005;
2.9 Geluidsprognose NAM-locatie Vierhuizen. NAA, 24 augustus 2005;
2.10 Tebodin, 1998. 10" hogedruk gasleiding Lauwersoog-Anjum, leidingligging parallel aan de zeedijk Lauwersmeer. 4 juni 1998;
2.11 Kwantitatieve Risico Analyse Gaswinning Moddergat. Vectra group limited, 8 september 2005.
2.12 Kwantitatieve Risico Analyse Gaswinning Lauwersoog. Vectra group limited, 1 september 2005.
2.13 Kwantitatieve Risico Analyse Workover/sidetrack MGT-1 en boring MGT-3. Vectra group limited, 19 september 2005
2.14 Kwantitatieve Risico Analyse Workover/sidetrack LWO-1. Vectra group limited, 19 september 2005
2.15 Kwantitatieve Risico Analyse Workover/sidetrack VHN-1c. Vectra group limited, 19 september 2005
2.16 Quantitative Risk Analysis Vierhuizen. Tebodin, 31 mei 2005.
2.17 Ontwerpuitgangspunten transportleidingen Waddengasproject Tebodin B.V., september 2005.
2.18 Oranjewoud: Archeologisch rapport Groningen (28-07 2005);
2.19 Tebodin, 2004. Analyse van het risico van schade door bodemtrillingen voor buisleidingen.
2.20 KNMI, 2004. Seismic hazard due to small shallow induced earthquakes, van Eck et al., KNMI.
2.21 KNMI, 1998. Seismisch risico in Noord-Nederland; de Crook et al., KNMI.
2.22 TNO-NITG, 2004. Seismische hazard van geïnduceerde aardbevingen; Wassink et al., rapporten 03-185-C, 03-186-C, 04-233-C (incl. integratie van deelstudies: 04-244-0106B).
2.23 TNO-Bouw, 1998. De relatie tussen schade aan gebouwen en lichte ondiepe aardbevingen in Nederland.
2.24 Begeleidingscommissie Onderzoek Aardbevingen, 1993. Eindrapport multidisciplinair onderzoek naar de relatie tussen gaswinning en aardbevingen in Noord-Nederland.
2.25 Cultuurtechnische rapportage voor de aanleg van de 8" transportleiding Vierhuizen – Munnekezijl. Oranjewoud, 19 september 2005.
2.26 Cultuurtechnische rapportage voor de aanleg van de 16" transportleiding Moddergat - Anjum. Oranjewoud, 19 september 2005.
2.27 Cultuurtechnische rapportage voor de aanleg van de 10" transportleiding Lauwersoog - Anjum. Oranjewoud, 14 juli 2005.
2.28 VROM, 2000. Advies 'Hinder van nachtelijk kunstlicht voor mens en natuur'. Nr 2000/25, 30 november 2000.
2.29 Ontwikkelingen en huidige situatie van natuurwaarden in het Lauwersmeer, een verkenning van de natuurwaarden en de mogelijke effecten van bodemdaling door gaswinning", Altenburg&Wymenga ecologisch onderzoek, september 2005
2.30 Seismic hazard van geinduceerde aardbevingen. Integratie van deelstudies; NITG 04-244-0106B / KNMI-publicatie 108, 2004)
2.31 Verstoring van broedvogels door geluid afkomstig van boorwerkzaamheden op de NAM locaties Lauwersoog, Moddergat en Vierhuizen, NAA 16 december 2005



Aantekeningen



Aantekeningen



Inhoudsopgave

3 Het Waddensysteem (met inbegrip van de kwelders) 86

3.1 Inleiding 86
3.1.1 Bodemdaling in een dynamisch systeem 86
3.1.2 Het studiegebied 88
3.1.3 Kennisachtergrond en informatiebronnen voor dit MER 90
3.1.4 Bestaande toestand én trends 91
3.1.5 Relevante autonome ontwikkeling 92

3.2 Het abiotische systeem 96
3.2.1 Kombergingen: dynamisch evenwicht 96
3.2.2 Modelberekeningen autonome ontwikkeling Pinkegat en Zoutkamperlaag 103
3.2.3 Kwelders: de Peazemerlannen, 't Schoor, Wierum 112
3.2.4 Resumé abiotische autonome ontwikkeling 118

3.3 Biotiek 119
3.3.1 Natuurbeschermingswetgeving 119
3.3.2 Relevante habitattypen en soorten 120
3.3.3 Pinkegat en Zoutkamperlaag 125
3.3.4 Kwelders 132
3.3.5 Resumé biotische autonome ontwikkeling 134

3.4 Zandsuppleties 136

3.5 Conclusies / gebruiksruimte voor gaswinning 142

3 Het Waddensysteem (met inbegrip van de kwelders)

3.1 Inleiding

3.1.1 Bodemdaling in een dynamisch systeem

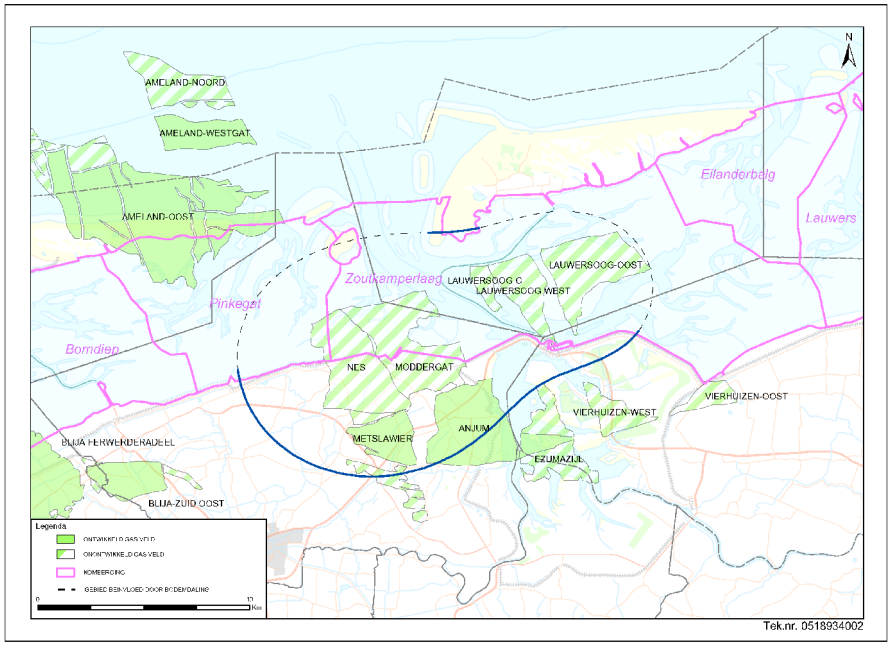
De productie zal starten begin 2007 vanaf de locatie Moddergat, gevolgd door de locatie Vierhuizen begin 2008 en de locatie Lauwersoog eind 2008. De productieperiode duurt tot uiterlijk 2040. De vraag die vanaf dit hoofdstuk tot en met hoofdstuk 8 centraal staat, is welke consequenties de gaswinning gedurende deze periode heeft voor het:

- abiotische milieu: de niet-levende natuur;
- het biotische milieu: de levende natuur, dus de organismen die in het milieu voorkomen.

Gasproductie heeft geen directe invloed op het biotische milieu. Gasproductie beïnvloedt alleen direct het abiotische milieu – door bodemdaling – en kan daardoor wel indirect van invloed zijn op de levende natuur. De aard en omvang van de effecten hangen nauw samen met de natuurlijke variaties in abiotische en biotische variabelen, en die natuurlijke variaties zijn in het estuariene gebied groot.

Verschil tussen de Waddenzee en het Lauwersmeergebied

Figuur 3.1 laat zien over welk gebied de bodemdaling als gevolg van de voorgenomen winningen zich tegen het eind van de productieperiode zal hebben uitgestrekt: voor ongeveer de helft in het binnendijks gelegen Lauwersmeergebied en voor de andere helft in de Waddenzee. Beide gebieden worden in dit MER apart van elkaar behandeld, omdat ze elk op een eigen en heel verschillende wijze op de bodemdaling reageren.



Figuur 3.1 Het gebied dat door gaswinning uit de nieuwe velden wordt beïnvloed.

Het Lauwersmeergebied kan gekenschetst worden als een relatief statisch systeem. Bij het huidige beheer is er hier in elk geval geen natuurlijk mechanisme dat de bodemdaling deels weer ongedaan maakt, hetgeen betekent dat er zich vanaf een bepaald moment in het veld een bodemdalingsschotel begint af te tekenen. In de Waddenzee daarentegen is, door toedoen van weer en getij, sprake van een grote dynamiek in waterbewegingen en daarmee gepaard gaand transport van sediment (vooral zand). In het RIKZ-rapport [ref. 3.1], een van de belangrijkste informatiebronnen voor dit MER (ref. 3.1.3), wordt hierover het volgende opgemerkt:

"De jaarlijkse dynamiek in de bodem van de Waddenzee is 3 tot meer dan 100 maal groter dan de mogelijk verwachte bodemdaling. Daardoor worden eventuele bodemdalingskuilen uitgesmeerd over een heel kombergingsgebied en vindt snelle compensatie plaats. Bij vergelijking van lodingskaarten van de hele Waddenzee over een periode van 11 jaar bodemdaling blijken er inderdaad nergens kuilen waarneembaar die overeenkomen met de bodemdalingsgebieden. Ook in detailstudies die sinds 1999 zijn uitgevoerd voor Zuidwal, Ameland en het Eems-Dollargebied kon geen bodemverlaging worden gevonden die gecorreleerd was met bodemdaling." [ref. 3.1, p7]

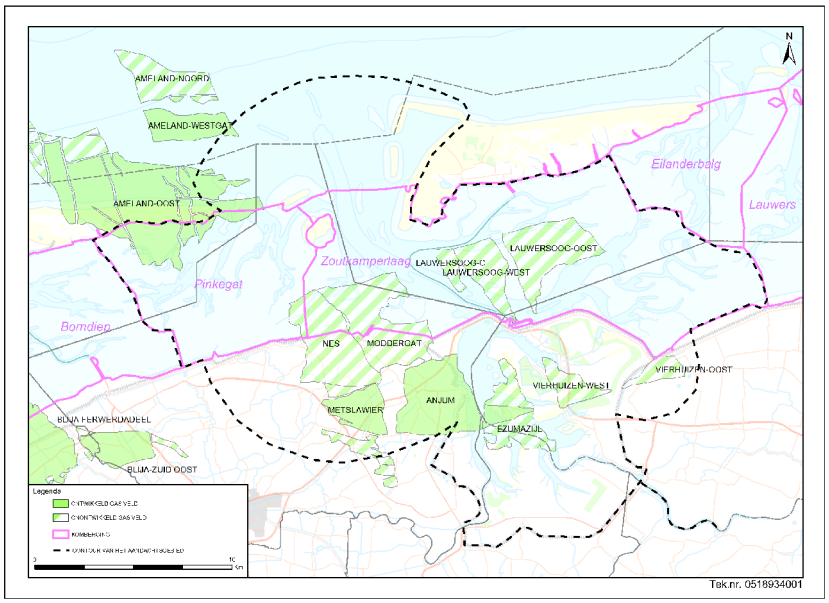
Het hierboven aangeduide 'uitsmeereffect'[1] wordt verderop in dit hoofdstuk nog uitgebreid toegelicht, omdat het een heel wezenlijk kenmerk is van het Waddensysteem en ook in sterke mate de aard en omvang bepaalt van de effecten van de voorgenomen activiteit. Deze effecten worden beschreven in hoofdstuk 6. De basis daarvoor is de beschrijving in dit hoofdstuk van de bestaande toestand en autonome ontwikkeling van het deel van de Waddenzee waarin de bodem als gevolg van de nieuwe winningen gaat dalen. Volgens dezelfde systematiek beschrijft hoofdstuk 4 de bestaande toestand en autonome ontwikkeling van het Lauwersmeergebied en biedt hoofdstuk 7 een overzicht van de effecten die aldaar gaan optreden.

Functie beschrijving bestaande toestand en autonome ontwikkeling
Een beschrijving van de bestaande toestand en de autonome ontwikkeling – een vast onderdeel in elk MER – is noodzakelijk als vertrekpunt ('referentiekader') voor een systematische analyse en beoordeling van de effecten van een voorgenomen activiteit. De bestaande toestand staat gelijk aan de uitgangssituatie in het studiegebied (ref. 3.1.2) voordat de voorgenomen activiteit van start gaat. Bij de autonome ontwikkeling gaat het erom hoe hetzelfde studiegebied zich gaat ontwikkelen indien de voorgenomen activiteit níet wordt uitgevoerd. Ook bij deze autonome ontwikkeling kunnen zich veranderingen voordoen, in dit geval bijvoorbeeld omdat de reeds lopende winning van het gas uit het Ameland- en Anjumveld blijft doorgaan (tot omstreeks 2020). Door de toekomstige effecten van een voorgenomen activiteit in kaart te brengen en deze vervolgens als het ware over de autonome ontwikkeling heen te leggen, valt systematisch inzichtelijk te maken wat het netto-effect van de voorgenomen activiteit is.

[1] De termen 'uitsmeren' en 'uitsmeereffect' zijn in dit MER overgenomen in navolging van het RIKZ-rapport [ref. 3.1] waarin deze terminologie veelvuldig wordt gebruikt. 'Uitsmeren' geeft goed weer dat bodemdaling zich over een groter gebied verspreidt. Essentieel bij het 'uitsmeereffect' is evenwel dat tegelijk met deze verspreiding de bodemdaling ook wordt 'uitgevlakt' / 'ongedaan gemaakt' doordat sedimentatieprocessen de bodemdaling compenseren zo lang de bodemdalingssnelheid niet te groot wordt.

3.1.2 Het studiegebied

Het gebied in de Waddenzee waarin de bodemdaling optreedt en (direct) effect kan hebben, is weergegeven in figuur 3.2.





Figuur 3.2 Overzicht studiegebied met producerende en beoogde nieuwe velden. Bijgevoegd is een kaart van het onderzoeks-gebied met de belangrijkste topografische aanduidingen.

Kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag

Het studiegebied omvat twee kombergingsgebieden: het Pinkegat en de Zoutkamperlaag. Kombergingsgebieden – of korter: kombergingen[2] – zijn min of meer zelfstandig functionerende stroomgebieden binnen de Waddenzee, die bij eb en vloed afwisselend leeg- en vollopen via een stelsel van geulen dat zich binnen de gebieden vertakt. De fictieve bodemdalingsschotel van de voorgenomen winningen vanaf Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen komt weliswaar slechts in delen van het Pinkegat en de Zoutkamperlaag terecht, maar zal vanwege het genoemde uitsmeereffect in beide gevallen de complete kombergingen beïnvloeden – reden om ze bij de beschrijving van de bestaande toestand en autonome ontwikkeling in hun geheel te beschouwen[3]. Beide

[2] Naast de termen 'kombergingsgebied' en 'komberging' worden in de vakliteratuur ook wel de termen 'vloedkom' en 'getijdebekken' gebruikt; en soms ook de term 'zeegat'. Zo worden het Pinkegat en de Zoutkamperlaag samen ook wel 'het Friese zeegat' genoemd.

[3] Over het schaalniveau waarop bodemdaling door gaswinning beschouwd moet worden, geeft het RIKZ-rapport het volgende aan: "De jaarlijkse verticale dynamiek is meerdere tot honderden malen (centimeters tot meters

kombergingsgebieden vormen in feite een zanddelend systeem, maar kunnen modelmatig apart worden beschouwd, omdat ze beide zijn opgebouwd uit min of meer ruimtelijk gescheiden buitendelta's, geulen en platen (ref. 3.2.1).

Kombergingen kennen een grote natuurlijke dynamiek maar streven tegelijkertijd naar een bepaald evenwicht. Weer en getij vormen de motor achter de dynamiek, en sedimentatie- en erosieprocessen vormen de motor van het herstelmechanisme. Met andere woorden: zodra weers- en/of getij-invloeden het systeem verstoren – tijdelijk uit balans brengen – gaat het systeem een reactie vertonen om via sedimentatie- en erosieprocessen het evenwicht weer te hervinden. Dit evenwicht is geen statische toestand, maar kent een zekere variatie. Daarom wordt bij kombergingen altijd gesproken van een *dynamisch evenwicht*, dat per komberging verschilt omdat het afhankelijk is van lokale omstandigheden.

Zeespiegelstijging beïnvloedt al eeuwen het dynamisch evenwicht binnen de kombergingen van de Waddenzee. Door zeespiegelstijging komen alle kombergingen namelijk als het ware structureel sediment tekort en importeren ze daarom al eeuwen zand om dit tekort – zandhonger genoemd – te compenseren. In het RIKZ-rapport wordt in dit verband geconstateerd:

"Het zand dat nodig is voor compensatie van de zeespiegelstijging komt al sinds het ontstaan van de Waddenzee uit de kustzone. Daardoor is de kust van de Waddeneilanden in de loop van 6000 jaar al 6 – 15 km teruggeschreden. Bodemdaling geeft extra zandhonger. Voor de Waddenzee als geheel is die extra zandhonger relatief gering ten opzichte van de natuurlijke zandhonger, maar in enkele kombergingsgebieden, met name het Pinkegat ten oosten van Ameland, is de verhoogde zandhonger relatief groot. Desondanks is hier de bodemdaling tot nu toe waarschijnlijk volledig gecompenseerd door sedimentatie." [ref. 3.1, p7]

De bovenstaande passage geeft aan in welk perspectief bodemdaling door gaswinning geplaatst kan worden: bodemdaling zorgt voor extra zandhonger ten opzichte van de natuurlijke zandhonger die er al is – en zal blijven – vanwege de optredende zeespiegelstijging.

Kustzone

Uit het bovenstaande wordt tevens duidelijk waar het extra benodigde zand vandaan moet kunnen komen: vanuit dezelfde Noordzeekustzone die ook al sinds jaar en dag het zand levert om de structurele zandhonger door zeespiegelstijging te compenseren. Met andere woorden, de Noordzeekustzone en het strand van Ameland dienen als 'leverancier' van zand voor de voordelta en het wad. Dit is het gebied waar Rijkswaterstaat, evenals langs alle westelijk gelegen eilanden en Hollandse kust, periodiek zandsuppleties uitvoert om de kustlijn te handhaven. Hier treedt weliswaar geen bodemdaling op door de voorgenomen winningen, maar indirect zou er wel sprake kunnen zijn van beïnvloeding. Een aandachtspunt is namelijk – daar wordt in de richtlijnen voor dit MER ook op gewezen – of de bodemdaling in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag als consequentie heeft dat er meer gesuppleerd zou moeten worden. Paragraaf 3.4 bevat nadere informatie over de mogelijke relatie tussen bodemdaling door gaswinning en zandsuppleties in de Noordzeekustzone. Daarbij wordt ook ingegaan op de resultaten van een recente beoordeling van Rijkswaterstaat RIKZ van de mogelijk ecologische gevolgen van zandsuppleties. Op basis van deze informatie valt vervolgens in hoofdstuk 6 aan te geven óf er consequenties zijn voor de zandsuppleties, en zo ja, wat de aard en orde van grootte daarvan is.

---

per jaar) groter dan de ter plekke optredende jaarlijks bodemdaling (millimeters tot 2 centimeter per jaar). Een serie recente publicaties laat dit zien, zowel voor de Noordzeekustzone als de Waddenzee. […] Dit onderbouwt de aanname die in het IBW (Integrale Bodemdalingsstudie Waddenzee) gemaakt is, dat de effecten van bodemdaling door gaswinning moeten worden berekend op grond van het bodemdalingsvolume per getijdebekken [= komberging] en per Noordzeekustdeelgebied en niet op het naar het centrum toe toenemende aantal centimeters zakking, zoals voorspeld door de bodemdalingsmodellen (dit m.u.v. de kwelders)." [ref. 3.1, p15].



Duinen en natte duinvalleien Schiermonnikoog: geen beïnvloeding
In de richtlijnen voor dit MER is aangegeven dat duinen en natte duinvalleien van Schiermonnikoog tot het studiegebied gerekend moeten worden. Aanleiding hiervoor was dat in de startnotitie voor het MER een voorlopige kaart was opgenomen waarop de buitenste grens van de bodemdalingscontour over een belangrijk deel van het eiland was ingetekend. De nadere detaillering van de bodemdalingsprognose die inmiddels heeft plaatsgevonden (zie ook hoofdstuk 5) wijst echter uit dat de contour van 2 cm bodemdaling de zuidpunt van het eiland net raakt. Deze zuidpunt bestaat uit zandplaten met een grote natuurlijke dynamiek en variabele morfologie. Geconcludeerd kan daarom worden dat zowel het duingebied als de grondwaterstand van het eiland zeker niet wordt beïnvloed.

3.1.3 Kennisachtergrond en informatiebronnen voor dit MER

In algemene zin is over het abiotisch en biotisch functioneren van de Waddenzee veel bekend. Over hoe – meer specifiek – het Waddensysteem reageert op zeespiegelstijging en op door gaswinning veroorzaakte bodemdaling is eveneens veel bekend.

In de opbouw van deze kennis zijn een aantal sleutelmomenten en sleutelpublicaties aan te wijzen. Als eerste dient hier de *afsluiting van de Lauwerszee in 1969* genoemd te worden. Deze ingreep zorgde voor een ingrijpende verandering, waarbij een estuarien ecosysteem van het ene op het andere moment binnendijks kwam te liggen en zich ging ontwikkelen tot een (overigens ecologisch waardevol) zoetwatergebied. De afsluiting heeft evenzeer geleid tot een abrupte verandering van de zand- en slibbalans in de Waddenzee, met een momentane toename van de zandhonger van 30-40 miljoen kubieke meter. Voorafgaande aan deze ingreep was door het Waterloopkundig Laboratorium (WL) een sedimentmodel ontwikkeld, genaamd ESTMORF, om de te verwachten veranderingen in de ligging van geulen en platen te beschrijven. De verificatie van dit model heeft plaatsgevonden door de grootschalige gevolgen van de afsluiting daadwerkelijk te monitoren.

De hierdoor verkregen inzichten en het bijgestelde model zijn vervolgens ingezet om de gevolgen van de *gaswinning op Ameland* te voorspellen. Het ging daarbij om een extra zandhonger van globaal 10-15 miljoen kubieke meter. Deze zandhonger zou niet momentaan optreden, maar over de productieperiode die zou lopen van 1986 tot 2018. Sindsdien wordt de ontwikkeling van de kombergingsgebieden waarin de bodemdaling plaatsvindt (met name het Pinkegat) nauwlettend gevolgd. Anno 2005 kan geconcludeerd worden dat de suppleties volledig in lijn zijn met de lijn die ooit in 1980 – zonder gaswinning – is voorspeld en dus dat de gevolgen van de bodemdaling op Ameland nog niet merkbaar zijn.

In 1998 is nogmaals een beroep gedaan op de modellen. Dit keer ging het om een voorspelling van de cumulatieve gevolgen van bodemdaling in het hele Waddengebied middels het project *Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee (IBW)*. Daarbij is niet alleen gekeken naar de reeds vergunde winningen van Ameland, Groningen en Blija én de reeds aangetoonde velden Anjum, Lauwersoog, Nes en Moddergat, maar ook naar de destijds vermoede reserves. De cumulatieve effecten van al deze velden zijn expliciet onderzocht in combinatie met verschillende scenario's voor zeespiegelstijging, waaronder scenario's met 60 en 100 cm zeespiegel per eeuw. Juist in het kader van zeespiegelstijging zijn alle modellen nog eens herzien en zijn de uitkomsten bevestigd via een onafhankelijke audit door prof. dr. ir. De Vriend. Het ging daarbij niet alleen om de zogenaamde hydrodynamische modellen van het WL, maar ook om de op paleomorfologische modellering door de Universiteit van Utrecht (UU).

De monitoring van de gaswinning onder Ameland (1987 tot heden) is voor een inzicht in de mogelijke reacties van het systeem op bodemdaling en zeespiegelstijging eveneens van groot belang. Deze gaswinning en bodemdaling is namelijk al in 1986 begonnen en de voorspelde (en inmiddels opgetreden) bodemdaling is in omvang veel groter dan de daling die in de thans voorgenomen winning wordt verwacht. Terwijl de eerder genoemde studies gebaseerd zijn op denkmodellen die geverifieerd moeten worden in het veld, speelt de Amelandmonitoring zich juist bij uitstek in het veld zelf af, en worden de feitelijk waargenomen ontwikkeling benut om vervolgens de modellen weer te verfijnen.

In aanvulling op de waarnemingen aan de bodemdaling en zandhonger, wordt bij de Amelandmonitoring bovendien systematisch studie gemaakt van de reacties van het ecosysteem, met inbegrip van sedimentatie en erosie, planten en vogels. De lessen hieruit zijn waardevol voor de voorgenomen activiteit, met name waar het gaat om het waddenecosysteem. De bodemdalingsnelheid van Ameland neemt nu af.

De meest recente overzichtspublicatie over de invloed van bodemdaling op het Waddensysteem is het eerder al genoemde RIKZ-rapport [ref. 3.1], getiteld Bodemdalingsstudie Waddenzee 2004; Vragen en onzekerheden opnieuw beschouwd. Bij het opstellen van het rapport, dat in juni 2004 is gepubliceerd, heeft het RIKZ samengewerkt met andere onafhankelijke onderzoeksinstituten: TNO-NITG, WL Delft Hydraulics, Alterra. Het RIKZ-rapport is ook beoordeeld door een onafhankelijke auditcommissie.

Ten slotte verdienen twee onderzoeksrapporten vermelding die specifiek ten behoeve van dit MER zijn opgesteld. Het eerste rapport, 'Abiotische effecten van bodemdaling in de Waddenzee door gaswinning', is opgesteld door WL Delft Hydraulics. Dit WL-rapport [ref. 3.2] bevat gedetailleerde analyses die specifiek zijn toegesneden op het Pinkegat en de Zoutkamperlaag. Deze analyses maken zowel de bestaande toestand en de autonome ontwikkeling als de effecten van de nieuwe winningen inzichtelijk. Het accent ligt daarbij op de abiotiek: de processen van sedimentatie en erosie, de oppervlakte en hoogte van platen, de breedte en diepte van geulen, de omvang en snelheid van waterbewegingen, enzovoort.

Het tweede rapport [ref. 3.3] is opgesteld door Alterra. Met de analyse van de abiotiek van WL Delft Hydraulics als uitgangspunt, heeft Alterra voor het studiegebied een analyse van de biotiek uitgevoerd, ook hier zowel voor de bestaande toestand (inclusief trends) en de autonome ontwikkeling als voor de effecten van de nieuwe winningen. Daarbij is in dit Alterra-rapport speciale aandacht besteed aan beschermde habitattypen en beschermde soorten. De uitgebreide informatie in het *Alterra-rapport* kan tevens beschouwd worden als basis voor de nul-meting waarop het monitoringsprogramma (hoofdstuk 5) is gebaseerd.

3.1.4 Bestaande toestand én trends

De reeds beschikbare kennis en de resultaten van de speciaal voor dit MER verrichte studies zijn gebruikt om de bestaande toestand en de autonome ontwikkeling van het Waddensysteem te beschrijven. Bij de beschrijving komen alle relevante abiotische aspecten – met name de morfologie – aan de orde. Een belangrijke invalshoek om de beschrijving van de biotische aspecten af te bakenen, vloeit voort uit de natuurbeschermingswetgeving die bij dit project van toepassing is. Concreet gaat het hierbij om de Europese Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn (die per oktober 2005 verankerd zijn in de Natuurbeschermingswet 1998). De Waddenzee is een zogenoemde speciale beschermingszone (SBZ) in het kader van de Vogel- en Habitatrichtlijn. Deze status brengt onder meer met zich mee dat er voorafgaand aan de besluitvorming over de voorgenomen activiteit basisinformatie aangeleverd moet worden over een aantal specifiek benoemde beschermde soorten en beschermde habitattypen. Deze basisinformatie moet hoe dan ook beschikbaar komen, ook wanneer uiteindelijk valt aan te tonen dat effecten voor dergelijke soorten en habitattypen zich niet zullen voordoen als gevolg van de gaswinning en de daardoor veroorzaakte bodemdaling.

Voor gebieden die van nature zeer dynamisch/veranderlijk zijn – wat bij uitstek geldt voor het Waddengebied – is het bij de beschrijving van de bestaande toestand noodzakelijk niet alleen een momentopname te presenteren, maar ook te laten zien welke trend en variatie waarneembaar is. In de inmiddels 18 jaar lopende monitoringstudie naar de bodemdaling door de Amelandwinning zijn verschillende toepasselijke voorbeelden te vinden. Een belangrijke les daaruit is om de periode waarover de ontwikkelingen in het veld worden beoordeeld in overeenstemming te brengen met de tred van natuurlijke variabiliteit.

Een illustratief voorbeeld is de duindoornsterfte die in 1995 in het bodemdalingsgebied op Ameland werd waargenomen. Op zeer korte termijn is toen besloten tot een verkennend onderzoek op aangrenzende eilanden, met de vaststelling dat dit verschijnsel ook daar voorkwam in alle gebieden met een open verbinding met de zee. De oorzaak moest daarom gezocht worden in een uitzonderlijke stormovervloeding, gevolgd door een even uitzonderlijke hoeveelheid neerslag. De begeleidingscommissie van de Amelandmonitoring heeft destijds echter tevens besloten tot structureel onderzoek naar overvloedingsrisico's van deze lage valleien en de grondwaterdynamiek. Uit dit onderzoek is inmiddels gebleken dat grondwater en vegetatie een bepaalde dynamische ontwikkeling volgen. De procesdynamiek ligt hier in de orde van jaren.

Een ander goed voorbeeld van de natuurlijke dynamiek in het Waddensysteem is de verstoring van het opslibbingsonderzoek op de Peazemerlannen in 1995 door de uitzonderlijke droge zomer, die gevolgd werd door een uitzonderlijk droge en strenge winter. Hierin was de Waddenzee lange tijd met ijs bedekt, de wind kwam vrijwel uitsluitend uit het oosten kwam en er was nauwelijks overvloeding van de kwelder. In gemiddelde omstandigheden klinkt de bodem van een kwelder 's zomers altijd enigszins in door uitdroging. Overvloedingen en neerslag in de daaropvolgende winter maken dit gewoonlijk weer grotendeels ongedaan. In 1995/1996 trad dit patroon niet op. De droge zomer veroorzaakte een extra klink van 5 mm en de maaiveldhoogte van de kwelders in 1996 bleef a-typisch laag.

Vertekeningen door toevalligheden of niet-representatieve omstandigheden zijn te voorkomen door de beschrijving van de bestaande toestand te ijken op gegevens over een wat langere achterliggende periode: bij de biotische aspecten wordt in de meeste gevallen een periode van minimaal 10 jaar beschouwd, bij de abiotische aspecten is de beschouwde periode nog langer. Dit maakt het mogelijk aan te geven in hoeverre er sprake is van een stabiele situatie of van een stijgende of dalende trend. Dergelijke informatie is eveneens noodzakelijk in verband met de natuurbeschermingswetgeving, die voor beschermde soorten en habitattypen vereist dat een zogenoemde nul-meting inclusief een trend beschreven wordt.

3.1.5 Relevante autonome ontwikkeling

Zeespiegelstijging
De meest relevante en besproken factor in de autonome ontwikkeling is wellicht zeespiegelstijging. Dat geldt voor geheel Nederland in verband met waterbeheersing en kustverdediging. Voor de Waddeneilanden en het Waddensysteem geldt dat in bijzondere mate. De relevantie van zeespiegelstijging voor dit MER, is dat dit eenzelfde uitwerking op het Waddensysteem heeft als bodemdaling door gaswinning: de afstand tussen het bodemoppervlak en de waterspiegel neemt toe. Dit impliceert dat de millimeters voor de zeespiegelstijging opgeteld kunnen worden bij de millimeters van bodemdaling.

Uit verschillende studies is gebleken dat de zeespiegel al duizenden jaren gemiddeld stijgt. Dat gebeurde niet constant, maar met variaties. Direct na de laatste ijstijd verliep de stijging snel, met meters per eeuw, de laatste 5000 jaar echter meer geleidelijk. Om de geschiedenis te reconstrueren is men afhankelijk van geomorfologisch onderzoek. Hierbij worden grondboringen gedaan en bodemsoorten vergeleken en geanalyseerd op plantenresten. Pas voor de laatste 2000 jaar beschikken we over meer en minder gedetailleerde beschrijvingen die door mensen zijn opgetekend. Belangwekkende studies in dit verband zijn de onderzoekingen van de fysisch-geograaf Henk Schoorl naar de ontstaansgeschiedenis van de westelijke Waddenzee. Hij heeft onderzoek gedaan aan de hand van geschreven bronnen en kaarten. Een en ander heeft een gedetailleerd beeld opgeleverd van perioden van transgressie en regressie en van zeespiegelstijging en -daling.

Belangrijke conclusies zijn:
- De Waddenzee bestaat al vele duizenden jaren en is zeer goed bestand tegen veranderingen: het staat vast dat de Waddenzee door de eeuwen heen perioden met een snellere zeespiegelstijging dan vandaag de dag steeds het hoofd heeft kunnen

bieden. Er is zelfs aan te geven welke snelheid met zekerheid wordt overleefd, namelijk gedurende eeuwen gemiddeld ongeveer 6 mm/jaar.
- Over korte perioden weten we veel minder en daar zijn we afhankelijk van modellen en beperkte metingen. De modellen geven aan dat een zeespiegelstijging van ca 10 mm per jaar ook nog wel wordt bijgehouden en uit de metingen onder Ameland blijkt dat lokaal een bodemdaling van 13 mm per jaar wordt gecompenseerd.
- De zeespiegelstijging is geen vloedgolf, maar een proces met een zekere traagheid. Die traagheid kennen we uit geologisch onderzoek, onder meer aan ijskernen. Maximale stijgingssnelheden zijn bekend, zowel uit de geologie als uit modellen.
- Er is een onzekere variatie in klimaat en zeespiegelstijging. Het proces kan ook tijdelijk omslaan of tot stilstand komen. Voorbeelden zijn de vroeg middeleeuwse warme periode en de kleine ijstijd.

Kortom, het is lastig om voor de komende decennia te voorspellen óf de zeespiegel zal blijven stijgen, met welke snelheid exact en wanneer een eventuele verdere versnelling gaat beginnen. Over deze kwesties verschillen de meningen wereldwijd en ook in Nederland. Voor de feiten beschikken we over verschillende bronnen.

Het RIKZ-rapport geeft aan: “De huidige snelheid van zeespiegelstijging in het Waddengebied ten opzichte van het vasteland ligt al minstens 100 jaar constant op ongeveer 1,8 mm/jaar” [ref. 3.1, p7]. Zeespiegelstijging wordt wereldwijd en dus ook in Nederland van jaar tot jaar zeer nauwkeurig gemeten. Het is mogelijk dat de zeespiegelstijging in de toekomst sneller gaat verlopen. Naast een scenario met als uitgangspunt dat het huidige tempo van 1,8 mm/jaar gelijk blijft, zijn er ook het in het RIKZ-rapport genoemde middenscenario voor een versnelde stijging (4,8 – 6,0 mm/jaar) en een maximum scenario voor een extreme stijging (8,8 – 10,0 mm/jaar).

In de Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee (1998) zijn drie scenario’s bestudeerd: 20 cm, 60 cm en 100 cm zeespiegelstijging per eeuw, uitgaande van een lineaire stijging (en dus geen allengs steeds verder oplopende snelheid). De belangrijkste conclusies waren dat 1 meter zeespiegelstijging per eeuw in de loop van eeuwen zou leiden tot het verdwijnen van de wadplaten en dat 60 cm zeespiegelstijging per eeuw, inclusief bodemdaling, gezien moet worden als een situatie waarbij de platen op termijn nog in stand blijven.

Eind 2005 kwamen via het KNMI (http://www.knmi.nl/) echter de resultaten beschikbaar van wereldwijde satellietmetingen van het zeeniveau. Hieruit bleek een gemiddeld mondiale stijging van het zeeniveau sinds 1996 van 2,8 mm per jaar. Dit geldt echter niet voor de Nederlandse kust; Rijkswaterstaat meet al jaren – heel exact – en deze metingen laten per 2005 nog steeds het langjarige stabiele gemiddelde van 1,8 mm per jaar zien. Een plotselinge uitzetting van zeewater en een plotselinge zeespiegelstijging zijn fysiek onmogelijk, hetgeen de vraag oproept hoe betrouwbaar de resultaten van de genoemde satellietmetingen zijn.

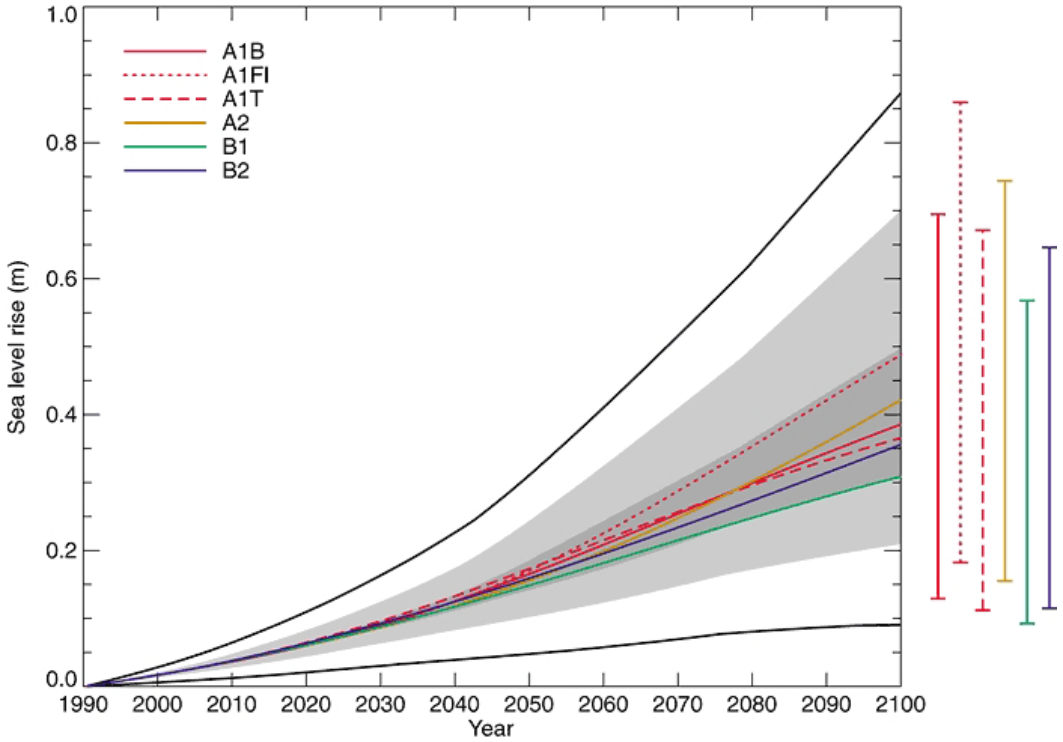
Het punt is nu dat – in weerwil van de onzekerheden waarmee het feitelijke verloop van de zeespiegelstijging in de komende decennia is omgeven – er bij de besluitvorming over de thans voorgenomen winningen de zekerheid wordt verlangd dat de daardoor veroorzaakte bodemdaling niet tot een aantasting van de natuurlijke waarden van de Waddenzee zal leiden. De consequentie hiervan is dat er een uiterst zorgvuldige overweging vereist is ten aanzien van de uitgangspunten, zowel wat betreft de te hanteren scenario’s voor de snelheid van zeespiegelstijging als voor het moment waarop de stijging zich daadwerkelijk zal gaan inzetten en ook geregistreerd kan worden.

In redelijkheid zijn er dan drie scenario’s denkbaar:
1. Het ***basisscenario***: er is nog geen versnelling van de zeespiegelstijging. De stijging wordt aangenomen zich ten minste de komende 20-30 jaar voort te zetten met de huidige relatieve snelheid van 20 cm per eeuw (inclusief geosynclinale daling van 2 cm per eeuw). Dit scenario lijkt onwaarschijnlijk, gezien de bewezen oplopende temperatuur van het oceaanwater, maar kan op termijn niet worden uitgesloten. Zeker niet omdat daarbij onzekere klimaatontwikkelingen als veranderingen in het neerslag en verdampingsprofiel een rol spelen. Het is dus niet uitgesloten dat tijdens

de toekomstige productieperiode geen versnelling in de zeespiegelstijging zal worden waargenomen.

2. Het 60 cm per eeuw scenario (***scenario-60***), waar ook het International Panel on Climate Control (IPCC 2001) vooralsnog van uitgaat. Volgens de huidige inzichten kan dit als het meest waarschijnlijke scenario beschouwd worden. De vraag blijft echter of men er dan vanuit moet gaan dat de versnelling van de zeespiegelstijging inmiddels al is ingezet, of dat dit nog zal gaan gebeuren. Een conservatieve aanname is het eerste moment waarop de genoemde satellietbeelden een versnelling van de stijging tonen (1996), een meer pragmatische benadering – mede gezien de onzekerheden in de metingen en het feit dat de stijging voor onze kust aantoonbaar nog niet versneld is – is aan te nemen dat de zeespiegelstijging start in de komende vijf jaar.
3. Het zeer conservatief scenario (***scenario-85***): een zeespiegelstijging van 85 cm per eeuw. Evenals het eerste scenario van een voortgang van 20 cm zeespiegelstijging per eeuw en vooralsnog geen versnelling, is ook dit scenario minder waarschijnlijk. Bovendien is ook hier de vraag wat als startpunt voor de versnelling aangenomen moet worden en hoe deze, eenmaal gestart, verder zou verlopen. In overleg met deskundigen van Rijkswaterstaat is dit scenario als volgt uitgewerkt in een meest conservatieve wijze:
   - o aannemen dat de versnelling van de zeespiegelstijging begonnen is omstreeks 1994 (de eerste indicatie uit de satellietbeelden) met een versnelling zodanig dat de rijzing resulteert in 60 cm over 100 jaar;
   - o aannemen dat vanaf 2011 de zeespiegelstijging wederom zal versnellen, zodanig dat dit resulteert in 85 cm over 100 jaar.

De laatste twee scenario's zijn verder uitgewerkt in hoofdstuk 5. Hierin zijn tevens productiescenario's ontwikkeld, waarbij de volumetoename door bodemdaling ten gevolge van gaswinning binnen de meest conservatieve grens blijft. Hierbij worden, behalve gaswinning, geen andere gebruiksfuncties meegenomen om twee redenen: andere gebruiksfuncties zijn niet vastgelegd in de tijd en bovendien waarschijnlijk verwaarloosbaar in hun invloed op het geomorfologische evenwicht. Het gaat dan om schelpen- en zandwinning.



Figuur 3.3 Om een indruk te geven van de grote bandbreedtes in zeespiegelstijgingscenario's, is het bovenstaande overzicht opgenomen van projecties die het IPCC heeft opgesteld voor de wereldgemiddelde zeespiegelstijging gedurende de 21e eeuw, voor verschillende emissiescenario's en op basis van verschillende 'global climate modesl' (IPCC, 2001).

Autonome bodemdaling
Bij de autonome ontwikkeling moet tevens rekening gehouden worden met het natuurlijk proces van geologische daling van de bodem. Deze 'autonome bodemdaling' heeft een constante snelheid van 0,2 mm/jaar [ref. 3.5].

Zandsuppleties
Net als in de afgelopen jaren, zal het ook in de komende periode noodzakelijk blijven zandsuppleties uit te voeren, ongeacht of er wel of geen nieuwe winningen gestart worden. Zandsuppleties worden apart besproken in paragraaf 3.4.

Bodemdaling door de Amelandwinning
Sinds 1986 wordt gas gewonnen uit het Amelandveld. Deze winning gaat door tot circa 2020. Het grootste deel van de bodemdaling door de Amelandwinning is inmiddels gepasseerd, maar tot aan 2020 blijft de Amelandwinning bodemdaling veroorzaken. Dit is met name voor de autonome ontwikkeling van het Pinkegat een relevante factor. Ook is er enige invloed op de Zoutkamperlaag, maar veel geringer. In de resultaten van de modelberekeningen die in paragraaf 3.2.2 gepresenteerd worden, is de invloed van de Amelandwinning steeds afzonderlijk zichtbaar gemaakt.

Voor de bodemdaling van Ameland zijn in de loop der jaren verschillende voorspellingen voor de bodemdaling gemaakt. De voorspellingen zijn daarbij steeds verbeterd met nieuwe inzichten. De laatste update van de prognose voor de resterende bodemdaling is in 2003 gemaakt. Er is toen echter ook geconcludeerd dat het een gemis is dat er niet genoeg gegevens beschikbaar zijn van meetpunten in de Waddenzee. Hierdoor moeten de conclusies te veel worden opgehangen aan de metingen op het land. Deze metingen zeggen iets over een relatief klein gedeelte van de bodemdalingsschotel

Om het deel van het bodemdalingsmodel ook onder het wad te ijken is begin 2005 een uitgebreide serie metingen uitgevoerd waarbij een reeks lange en diep geplaatste meetpalen die in de tachtiger jaren door Rijkswaterstaat in het wad waren verankerd, opnieuw op te sporen en in te meten. NAM is doende de meetresultaten te verwerken en het is duidelijk dat dit gevolgen zal hebben voor het gehanteerde model. De volgende conclusies zijn hiervan de weerslag. Enerzijds wordt de diameter van de schotel kleiner en daarmee ook het volume. Anderzijds bestaat de mogelijkheid op een actief watervoerend pakket (actieve aquifer). Dit betekent dat na de winning van Ameland, de bodemdaling zich nog langere tijd zal voortzetten door de drukvereffening die zal kunnen optreden tussen het inmiddels lege gasreservoir en de watervoerende laag.

Bodemdaling door Anjumwinning
Sinds 2003 treedt in de Waddenzee ook bodemdaling op als gevolg van de in 1997 gestarte winning van de Anjumvelden (het gaat hierbij om de velden Metslawier, Anjum en Ezumazijl). Bij de bodemdalingsprognose voor Anjum is rekening gehouden met het naijleffect van een actief watervoerend pakket.

3.2 Het abiotische systeem

3.2.1 Kombergingen: dynamisch evenwicht

Om een indruk te geven van de grote dynamiek die kombergingen eigen is, volgt hieronder een beschrijving van het gedrag van de verschillende morfologische onderdelen van kombergingen, te beginnen met het voorportaal: buitendelta en zeegat.

Buitendelta's en zeegaten

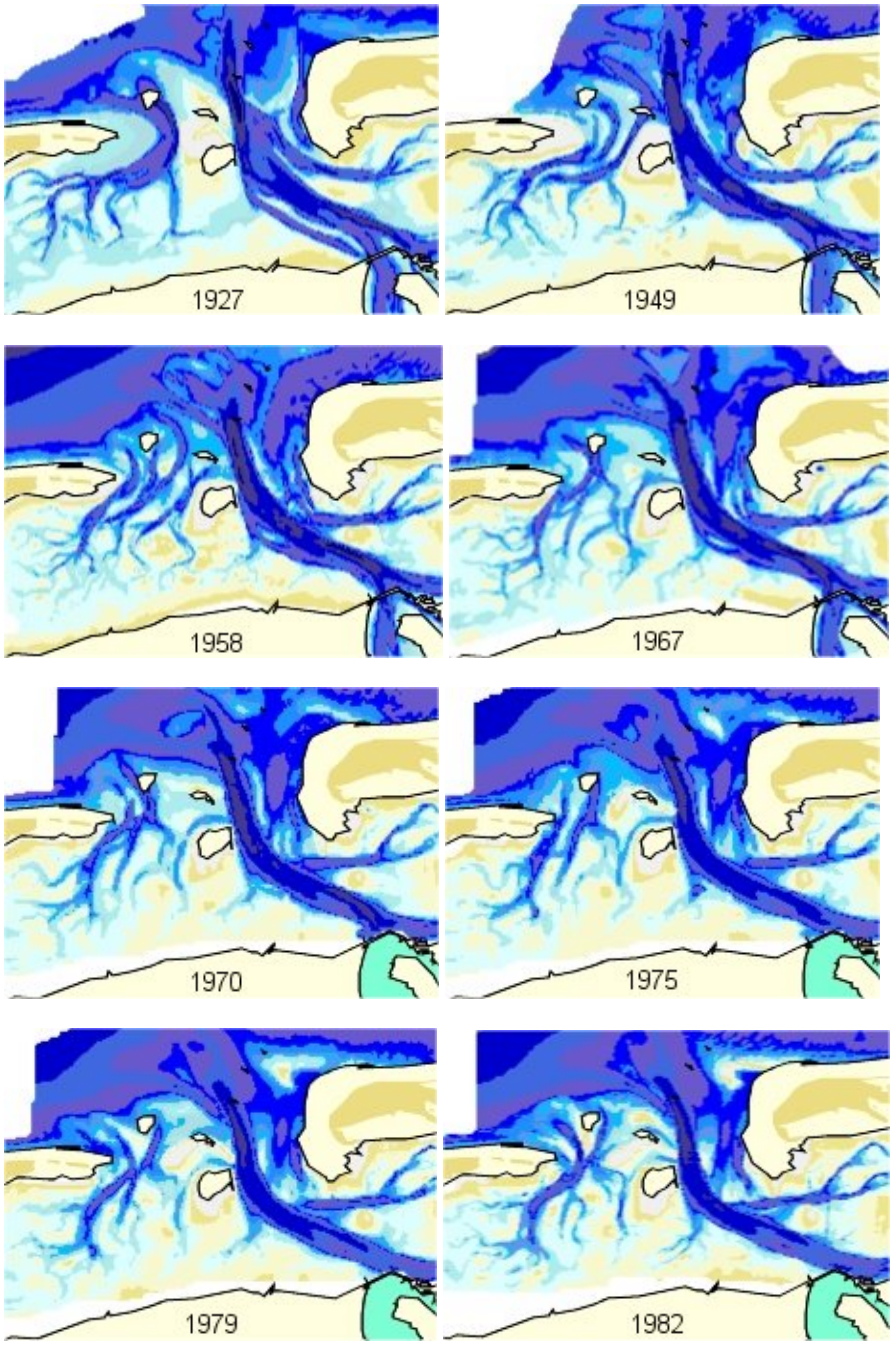
Elke komberging in de Waddenzee is met de Noordzee verbonden via een zeegat tussen twee eilanden en de daarvoor liggende buitendelta. De buitendelta's bestaan uit ondiepe, zandige platen die worden doorsneden door vloedgedomineerde geulen en (meestal diepere) ebgedomineerde geulen. De zeegaten zelf bestaan eveneens uit geulen en ondiepe zandplaten, die doorgaans respectievelijk dieper en hoger zijn dan in de buitendelta. De geulen en zandplaten in de buitendelta's en de zeegaten vertonen meestal een cyclisch gedrag.



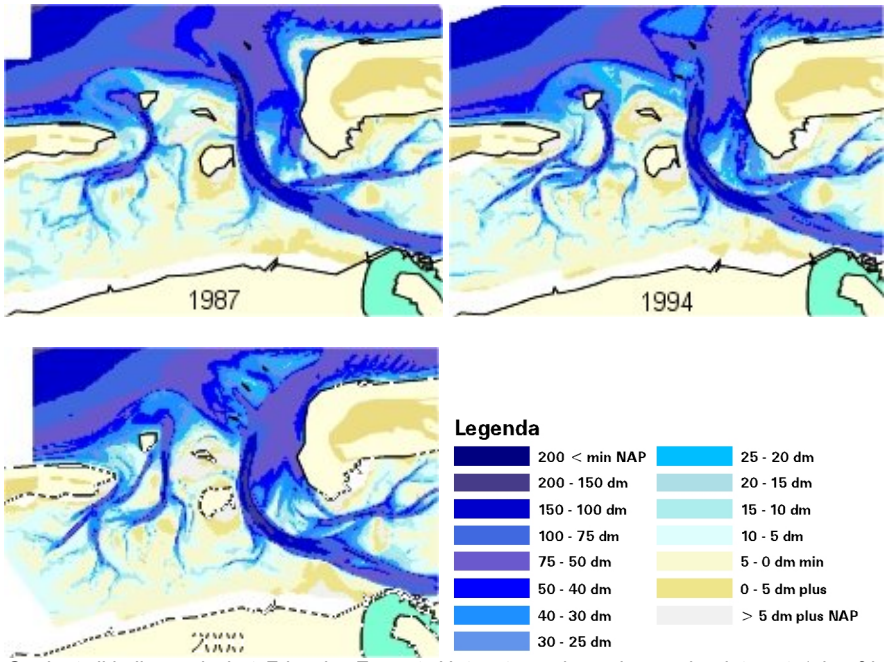
Figuur 3.4 Het onderzoeksgebied in 2005, gezien vanaf een hoogte van bijna 20 km. Links (westelijk) boven bevindt zich Ameland, in het midden Engelsmanplaat en het Rif. Aan de westzijde wordt Engelsmanplaat begrensd door ondiepten en aan de oostzijde door een diepe geul, de Zoutkamperlaag. De zandplaten aan de zuidpunt van Schiermonnikoog tekenen zich helder af. Het zoete water van het Lauwersmeer heeft een donkere kleur. De voormalige voedingsgeul van de Lauwerszee is buitendijks zichtbaar verzand. Ten westen van het Lauwersmeer is duidelijk De Peazemerlannen te herkennen, inclusief de breuk in de dijk.

Het zeegat van het Pinkegat is een schoolvoorbeeld van cyclisch gedrag. Voortdurend ontwikkelt zich hier vanuit een enkelvoudige hoofdgeul een meervoudige hoofdgeul en weer terug, in een cyclus die 20 tot maximaal 41 jaar duurt (figuur 3.5). Tijdens de enkelvoudige fase is de geul diep en schuift hij naar het oosten. Hierbij groeit de oostpunt van Ameland aan, met een snelheid die gedurende meerdere decennia kan oplopen tot 100 m/jaar. Bij het ontstaan van een nieuwe westelijk gelegen hoofdgeul kan deze aangegroeide punt in enkele jaren weer worden afgeslagen. Tijdens de aangroei moet de vloed een steeds langere weg afleggen naar het achterliggende gedeelte in de Waddenzee. Na verloop van tijd worden in de zandplaat aan de oostpunt van Ameland nieuwe geulen uitgeschuurd en ontstaat een situatie met een meervoudig zeegat met

relatief ondiepe geulen. Een meervoudig zeegat is evenwel instabiel. De westelijke geulen schuiven het snelst naar het oosten, waarbij de oostpunt van Ameland weer aangroeit. Na verloop van enkele decennia versmelten de geulen met elkaar of verzanden, zodat slechts één geul overblijft.



Figuur 3.5 Geulontwikkelingen in het Friesche Zeegat.



Geulontwikkelingen in het Friesche Zeegat. Het patroon is cyclus en begint met 1 hoofdgeul (1927) en een breed strand. Hierna ontstaan kleinere geulen die de strandpunt eroderen en uiteindelijk weer samenvloeien tot 1 hoofdgeul. Hierna begint het proces opnieuw. Het verloop van de geulen veroorzaakt eveneens variabiliteit in de hoogten van wadplaten.

In 1987 bevond het zeegat van het Pinkegat zich nog in de fase met een enkelvoudige hoofdgeul, in 1991 waren er al bescheiden nieuwe geultjes zichtbaar en momenteel is weer duidelijk sprake van een meervoudig geulsysteem. Door het voortdurend opschuiven van de hoofdgeulen worden ook de relatief grote geulen in het Waddengebied zelf gedwongen zich steeds te verleggen, omdat ze de verbinding vormen tussen het zeegat en de kleinere geulen in het waddengebied.

De Zoutkamperlaag vertoont eveneens een sterk cyclisch gedrag van de geulen in de buitendelta. Daarbij ontwikkelen zich vloedgedomineerde geulen aan de westkant van de buitendelta. Deze schuiven vervolgens naar het noorden en worden daarbij ebgedomineerd. Ze schuiven vervolgens oostwaarts en verzanden. Tijdens dit oostwaarts verschuiven worden de geulen doorgaans weer vloedgedomineerd. Daarnaast vormen zich soms ook nieuwe vloedgeulen aan de westkant van Schiermonnikoog. Bij het verzanden van de geulen versmelt de zandplaat ten westen ervan met Schiermonnikoog.

Wadgeulen en wadplaten

Vanuit de zeegaten verspreidt het water, met het daarin aanwezige sediment (hoofdzakelijk zand met een fractie slib), zich via geulen over de achterliggende gedeelten van de kombergingen. De hoofdgeulen in de zeegaten gaan in het Waddengebied over in stelsel van kleinere wadgeulen. Daar tussenin liggen de wadplaten, die bij laagwater droogvallen. De dynamiek in het zeegat noodzaakt de geulen en platen om voortdurend mee te veranderen.

Wadgeulen liggen beneden de gemiddelde laagwaterstand waardoor er altijd water in staat. Doorgaans zijn wadgeulen twee tot tien meter diep en enkele tientallen meters tot soms enkele kilometers breed. De stroomsnelheid in de wadgeulen kan oplopen tot 1 meter per seconde, en nog hogere snelheden bij stormen.

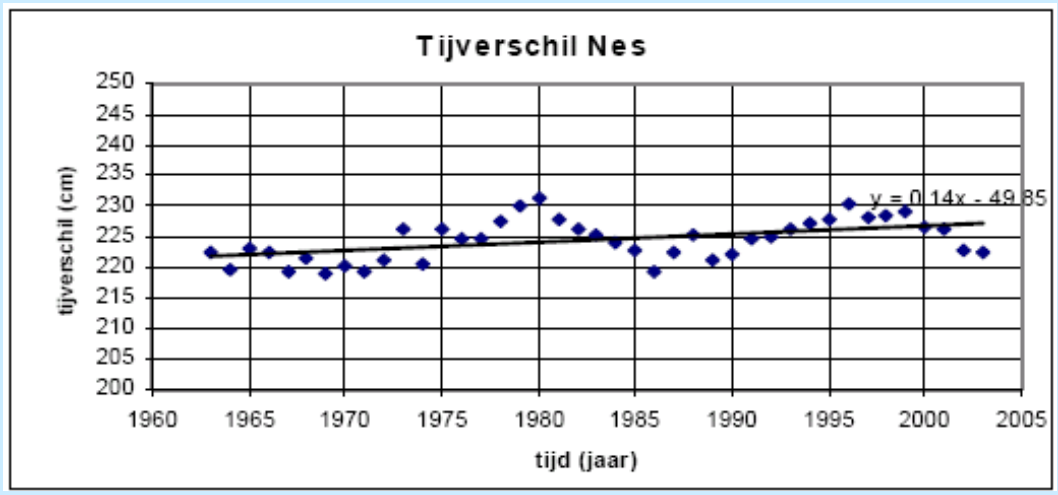
De wadplaten bestaan afhankelijk van de afstand tot de geulen (stroomsnelheid) uit zand en/of slib. De stroomsnelheden op de platen zijn veel lager (tot 40 centimeter per seconde) dan in de geulen, maar nog steeds te hoog om kleine deeltjes te laten bezinken. Alleen op plaatsen die ver van de wadgeulen liggen (lage stroomsnelheid) wordt slib afgezet en is het wad slibrijk. De uitlopers van de wadgeulen worden ‘prielen’ genoemd. Waar de prielen uit het ene kombergingsgebied de prielen uit het andere kombergingsgebied naderen, zijn de stroomsnelheden laag en vindt sedimentatie plaats waardoor een iets hoger gelegen gebied ontstaat: het zogenoemde wantij. Een wantij

vormt de grens tussen twee kombergingen, die niet statisch is maar door water- en sedimenttransport kan verschuiven.

Het wantij tussen het Pinkegat en de Zoutkamperlaag loopt vanaf de vastelandkust naar een hoger gelegen gedeelte in het midden van het zeegat, bestaande uit de Engelsmanplaat en het Rif. Bij de Engelsmanplaat vindt van tijd tot tijd afslag plaats onder invloed van het oostwaarts opschuiven van de hoofdgeulen in het zeegat van het Pinkegat. Dit begint met erosie door geulen aan de noordzijde van de plaat, gevolgd door de opbouw van een nieuwe plaat door golven en stroming aan de Noordzeezijde van de geul. Hierbij worden grote hoeveelheden sediment vastgelegd, waardoor de sedimentaanvoer naar de Engelsmanplaat afneemt, die hierop lager wordt. De geul tussen de Engelsmanplaat en de nieuwe plaat raakt dan buiten gebruik. Na opvulling ervan versmelten de twee platen waardoor de Engelsmanplaat weer hoger en groter wordt.

Invloed 18,6-jarige cyclus in getijslag op geuldiepte en plaathoogte

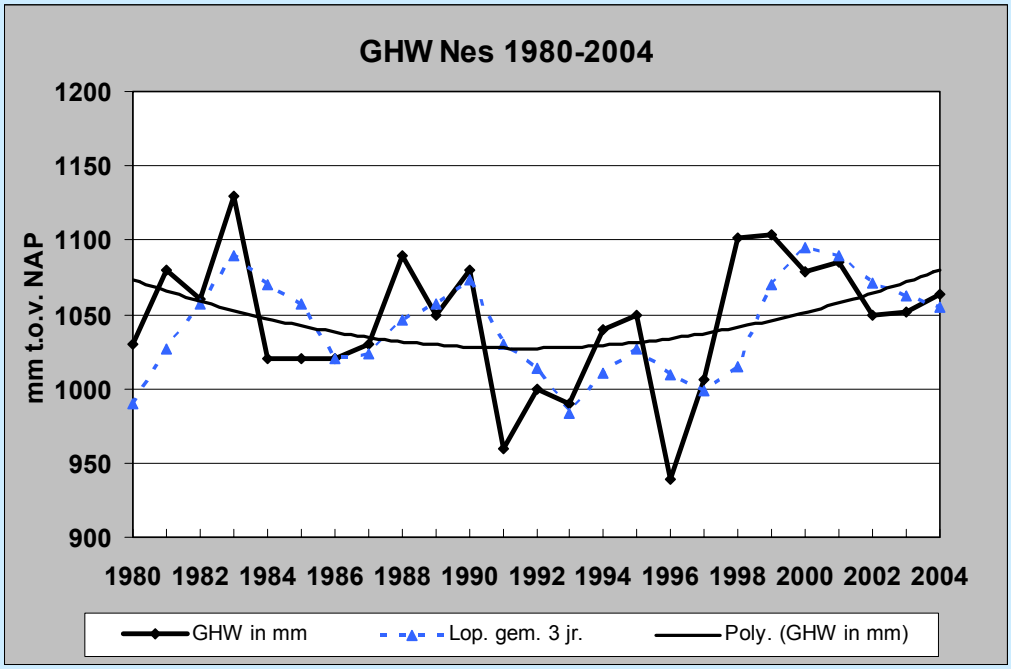
Het dynamische gedrag van de morfologische elementen in kombergingen berust op de voortdurende wisselwerking tussen weer, getij en sedimentatie- en erosieprocessen. Specifiek voor het getij is, behalve de ritmiek van eb en vloed en de maandelijkse cyclus tussen doodtij en springtij, ook de invloed relevant van een cyclus in getijslag (het verschil tussen de waterstand bij eb en bij vloed) die zich over een veel langere periode uitstrekt. De invloed hiervan is in het WL-rapport apart zichtbaar gemaakt.



Figuur 3.6 geeft de resultaten weer van de metingen van het getijstation bij Nes op Ameland (bij de pier van de veerboot) voor de periode 1963-2005. Het sinus-vormige patroon van de 18,6-jarige cyclus is hierin duidelijk te herkennen. Het tijverschil bij Nes varieert tussen de 2,20 en 2,30 meter rondom het gemiddelde van 2,25 meter [ref. 3.4].

Het gaat hier om een cyclische variatie in de getijslag die van astronomische oorsprong is, een periode heeft van 18,6 jaar en een relatieve amplitude van circa 3,8%. Illustratief in dit verband is de figuur 3.6. Het belang van deze cyclische variatie is dat daardoor de hoogte van platen en de diepte van geulen eveneens varieert, bijvoorbeeld met circa 10 cm op de platen en in de geulen van het Pinkegat. Daarmee is de 18,6-jarige cyclus in de getijslag een van de voorbeelden van natuurlijke dynamiek die zeker zo groot is als bodemdaling door gaswinning. De cyclus in getijslag is tevens een illustratie van hoe lastig het is om sec het effect van bodemdaling door gaswinning te meten in een systeem waarin ook andere factoren de bodemhoogte (sterk) bepalen.

Een van die andere factoren kan zijn de hoogte het hoogwater gemiddeld bereikt. Het bijgaande voorbeeld is de ontwikkeling van gemiddelde hoogwaters op basis van metingen op meetstation Nes. Die variatie wordt met name bepaald door het windklimaat. Elke wadkenner weet dat bij aanhoudend straffe noordwestenwind het wad nauwelijks droogvalt, terwijl bij aanhoudende oostenwinden er nauwelks waterkomt. Door langdurige westen oosten winden wisselt zo het gemiddeld (hoog)water (zie figuur 3.7) met ruim 15 cm van jaar tot jaar.



Figuur 3.7 Weergegeven is het jaargemiddelde van de hoogwaterstanden te Nes (uit het rapport Monitoring Bodemdaling Ameland, 2005). De waarnemingen geven een goed beeld van de jaar tot jaar dynamiekvan het Pinkegat. Per jaar gemiddeld kunnen de hoogwaterstanden ruim 15 cm verschillen. Deze jaar tot jaar variatie is ruim 10x zo groot als als de jaarlijkse bodemdaling op Ameland. Ook weergegeven is het driejaarlijks gemiddelde en een "best fit" door de gehele periode.

Bovenstaande variaties die zowel van jaar tot jaar optreden als over perioden van tientallen jaren maken het moeilijk om voor een bepaald kombergingsgebied eisen te stellen aan de hoogteligging van de wadplaten en noodzaken tot meten in vergelijkend verband. Om die reden is het van belang om referentiegebieden, zoals bijvoorbeeld het Borndiep, in het monitoringprogramma op te nemen. In praktische termen betekend dit dat een geintegreerd meetprogramma zoals in de afgelopen 20 jaar voor Ameland is ontwikkeld. Met geintegreerd wordt hier bedoeld gedifferentieerd in ruimte en tijd, waarbij met verschillende technieken aan beantwoording van dezelfde vraag – of er wel of geen (negatieve) veranderingen optreden door bodemdaling - wordt gewerkt

Kwelders

Aan de wadzijde van de eilanden en tegen de kust van het vasteland aan bevinden zich op een aantal plekken kwelders. Met uitzondering van de laaggelegen randen (de pionierzones) lopen de kwelders alleen onder bij hoogwater rond springtij, waarbij slib wordt afgezet. Deze opslibbing wordt bevorderd door de vegetatie, die de stroomsnelheid vertraagt, de golfenergie dempt en het sediment invangt. Opslibbing wordt versterkt door de watervoerende grote en kleine kreken die in een natuurlijke situatie in een kwelder aanwezig zijn. Het slib dat zich geleidelijk aan in de kreken ophoopt, wordt bij overstromingen over de kwelders verspreid. Dit verklaart waarom de 'opslibbingsgraad' in de nabijheid van kreken hoger is dan elders op de kwelders.

Langs de vastelandkust van de Zoutkamperlaag zijn geen kwelders aanwezig. Langs de vastelandkust van het Pinkegat bevinden zich drie kwelders: de Peazemerlannen, 't Schoor en Wierum. De kwelder Peazemerlannen bevindt zich in het centrum van het bodemdalingsgebied van de nieuwe winningen. De bestaande toestand en autonome ontwikkeling van de Peazemerlannen en van de veel kleinere kwelders 't Schoor en Wierum wordt apart behandeld in 3.2.4. De eilandkwelders in het studiegebied blijven in dit MER buiten beschouwing omdat de bodemdaling door de voorgenomen winningen hierop geen invloed zal hebben (zie kadertekst).

Eilandkwelders blijven buiten beschouwing in dit MER
In het Pinkegat bevinden zich twee eilandkwelders: Nieuwlandsrijd en De Hon op Ameland. In de Zoutkamperlaag bevindt zich één eilandkwelder, op Schiermonnikoog. De bodemdaling van de voorgenomen winningen reikt niet tot aan deze eilandkwelders en zal ter plekke dan ook niet tot een verlaging van het maaiveld leiden. Omdat de voorgenomen winningen voor de kwelders geen abiotische effecten hebben, kunnen er evenmin biotische effecten ontstaan. De kwelders Nieuwlandsrijd en De Hon op Ameland worden overigens intensief gemonitord onder de hoede van de Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland. In de meest recente rapportage (juni 2005) [ref. 3.4] van deze commissie is uitgebreide informatie te vinden over de ontwikkeling van de Amelandse kwelders gedurende de periode van 18 jaar gaswinning vanuit het Amelandveld. Ook presenteert deze rapportage prognoses voor de ontwikkeling tot aan 2020 (beëindiging Amelandwinning).

Sedimentsamenstelling
In het proces van sedimentatie en erosie dat voortdurend gaande is in kombergingen speelt aanvoer van sediment vanuit de Noordzeekustzone een belangrijke rol. In de richtlijnen voor dit MER wordt in dit verband gevraagd een 'kwalitatieve beschouwing' te presenteren over de vraag of bodemdaling door gaswinning ertoe kan leiden dat de sedimentsamenstelling in de Waddenzee gaat veranderen, mede in relatie tot zandsuppleties. Dat de voorgenomen winningen de sedimentsamenstelling (korrelgrootte, slibgehalte) niet beïnvloeden, wordt in hoofdstuk 6 aangetoond op basis van berekeningen die WL Delf Hydraulics heeft uitgevoerd met het model DELFT 3D. Die conclusie sluit aan op de informatie die onder meer in het RIKZ-rapport is te vinden over hoe het systeem werkt bij invoer van sediment van buiten.

Per jaar gaat er via de zeegaten in het Nederlandse deel van de Waddenzee zo'n 40,6 – 55,5 miljoen kubieke meter zand heen en weer tussen de Noordzee en de Waddenzee. Een fractie daarvan bestaat uit suppletiezand. Een veel groter deel wordt geleverd door de Noordzeekustzone zelf en ook door de buitendelta's. Voordat de zandstroom de Waddenzee bereikt, vindt reeds vermenging plaats, waarna het Waddensysteem voor een verdere uitsortering zorgt. Dit laatste wordt in het RIKZ-rapport als volgt beschreven:

"Het naar binnen gevoerde zand – zo blijkt uit korrelgrootte en mineralogische waarnemingen – wordt sterk gesorteerd op korrelgrootte. Korrels met een diameter van minder dan 160 micrometer gaan, op het moment dat ze door de stroming in beweging worden gezet, vrijwel onmiddellijk zweven in het water: zij worden dus vrijwel uitsluitend zwevend vervoerd. Grovere korrels kennen bij lage stroomsnelheden een fase waarin zij rollend en stuiterend over de bodem voortbewegen; pas bij hogere snelheden gaan zij zweven. E.e.a. in combinatie met de lagere maximale stroomsnelheden op de platen t.o.v. de geulen resulteert in kleinere korrelgrootten op de getijdenplaten (veelal <160 micrometer en afnemend met een toenemende afstand tot het zeegat) en veel gevarieerdere korrelgroottes in de geulen. De Waddenzee werkt dus als een gigantische sorteermachine waarbij de op het strand gesuppleerde zanden uiteindelijk uit elkaar worden gerafeld in fijnere fracties die op de platen terecht zullen komen en grovere fracties die in de geulen achterblijven." [ref. 3.1, p63]

Verder concludeert het RIKZ-rapport op basis van een uitgebreide beschouwing [ref. 3.1, bijlage 1.1, bijlage 1.5]:

"De mogelijke slibverhoging in het water van de Waddenzee die zou kunnen worden veroorzaakt door extra zandsuppleties blijkt uitermate gering (minder dan 1% ten opzichte van de achtergrondconcentraties) en ecologisch niet van betekenis." [ref. 3.1, p8]

De zandsuppleties hebben, blijkens de bovenstaande citaten, geen invloed op de sedimentsamenstelling: het slibgehalte wordt nauwelijks beïnvloed en eventuele verschillen in korrelgrootte worden uitgesorteerd. Het zogenoemde EVA II onderzoek leidt tot dezelfde conclusie. Daarin is namelijk voor de Amelandwinning vastgesteld dat de sedimentsamenstelling in de bodemdalingsschotel/komberging niet anders is dan daarbuiten.

Uitsmeereffect
Over de abiotische processen in kombergingsgebieden valt uiteraard nog veel meer te zeggen. De bovenstaande uitsnede laat in elk geval zien dat kombergingsgebieden inderdaad zeer dynamische systemen zijn. Naast structurele dynamiek – zoals het getij en het cyclische gedrag van geulen in buitendelta's/zeegaten – is er ook dynamiek vanwege de wisselende weersomstandigheden, bijvoorbeeld 'events' zoals zware stormen.

Door deze dynamiek worden binnen kombergingen voortdurend grote hoeveelheden sediment verplaatst waardoor een lokale bodemdaling op het wad van enkele millimeters per jaar niet terug te vinden is en het effect ervan wordt uitgesmeerd over de gehele komberging. Dit uitsmeereffect hangt overigens wel samen met de frequentie waarmee de verschillende delen van de komberging worden overstroomd. Vooral die delen die continu of regelmatig onder water staan, profiteren van dit effect. Kwelders nemen in deze een aparte positie in omdat ze minder vaak overstroomd worden en daardoor achter kunnen lopen in de opslibbing. Een kwelder reageert dan ook anders op bodemdaling dan het natte wad. Daarom worden kwelders in dit MER apart behandeld.

Kritische grenzen
Een belangrijke vraag is of er een kritische grens valt aan te wijzen waarbij de bodemdaling zo groot is en/of zo snel gaat dat het systeem dit niet meer kan bijhouden, bijvoorbeeld doordat het niet (snel) genoeg het zand kan importeren dat nodig is om de zandhonger te stillen. Het meegroeivermogen schiet dan tekort. Het RIKZ-rapport meldt hierover:

"De mogelijke compensatiesnelheid van zeespiegelstijging zoals aangegeven in de Integrale Bodemdalingsstudie van 1998 (3 – 6 mm/jr, afhankelijk van de grootte van een kombergingsgebied), blijkt zeker haalbaar en wordt bevestigd door de historische geschiedenis van de Waddenzee. Daarin bleek sedimentatie van 4 – 6,6 mm/jr mogelijk. […] Nadere modelberekeningen kunnen ruimte voor gaswinning voor elk kombergingsgebied berekenen bij elke snelheid van zeespiegelstijging." [ref.3.1, p7]

In de afsluitende paragraaf 3.5 van dit hoofdstuk wordt nog nader ingegaan op dergelijke kritische grenzen en het daaraan gekoppelde meegroeivermogen. Op deze plaats is relevant dat een deel van het compensatievermogen waarover een kombergingsgebied beschikt te allen tijde opgesoupeerd moet kunnen worden om de zandhonger door zeespiegelstijging te compenseren. De ruimte die daarna nog resteert, kan beschouwd worden als ruimte voor extra bodemdaling door gaswinning zonder dat daarbij een kritische grens ('natuurgrens') wordt overschreden.

3.2.2 Modelberekeningen autonome ontwikkeling Pinkegat en Zoutkamperlaag

In het RIKZ-rapport wordt aanbevolen om bij de voorbereiding van nieuwe winningen per komberging een specifieke analyse op basis van modellen uit te voeren. Daarbij wordt het zogenoemde ASMITA-model als "het meest veelbelovend" aangemerkt [ref. 3.1, p72].

Het model ASMITA schematiseert de drie grote morfologische elementen van een kombergingsgebied: platen, geulen en buitendelta. Voor het te onderzoeken gebied worden van elk van deze elementen de oppervlakte en het volume bepaald. Zijn deze gegevens eenmaal in het model ingevoerd, dan zijn er met behulp van de berekeningsmethodieken die in het model zijn opgenomen verschillende scenario's en situaties door te rekenen. ASMITA geldt als een state of the art-model. Het is inmiddels in talrijke studies gebruikt, vooral voor de Waddenzee, en in de loop der jaren ook steeds verder verfijnd (gekalibreerd); op basis van praktijkervaringen en bijvoorbeeld ook door te testen of berekende resultaten kloppen met historische gegevens die over een lange reeks van jaren beschikbaar zijn.

In het kader van deze milieueffectrapportage heeft het onderzoeksinstituut WL Delft Hydraulics de modelberekeningen met ASMITA uitgevoerd. In deze subparagraaf wordt

een zeer beperkte selectie uit de resultaten gepresenteerd, die vooral bedoeld is om inzichtelijk te maken hoe het systeem van de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag functioneert in relatie tot door gaswinning veroorzaakte bodemdaling. Op de berekeningsuitkomsten wordt vollediger ingegaan in **hoofdstuk 6**. Onvermijdelijk ontstaat hierdoor een stukje herhaling.

Dat laat zich goed demonstreren door de invloed van de Amelandwinning door de jaren heen te volgen; zowel het deel van deze winning dat tussen 1986 en nu al is uitgevoerd, als het deel dat nog gaat komen. In de presentatie van de resultaten is ervan uitgegaan dat de zeespiegelstijging de constante snelheid zal aanhouden zoals deze ook in de afgelopen 100 jaar geweest is. De autonome bodemdaling (0,2 mm/jaar) is hierbij opgeteld. De optelsom van zeespiegelstijging en autonome bodemdaling komt daarmee uit op een constante waarde van 2,0 mm/jaar.

Aan het slot van deze subparagraaf is ook beknopt aangegeven wat de invloed is van de 18,6-jarige cyclus en van versnelde zeespiegelstijging. In **hoofdstuk 6** wordt uitgebreid ingegaan op versnelling van de zeespiegelstijging, op de 18,6-jarige cyclus en op de invloed van bodemdaling door gaswinning (zowel de Amelandwinning als de voorgenomen winningen). In **hoofdstuk 6** (effecten) wordt eveneens ingegaan op berekeningen met twee andere modellen: ESTMORF en DELFT 3D.

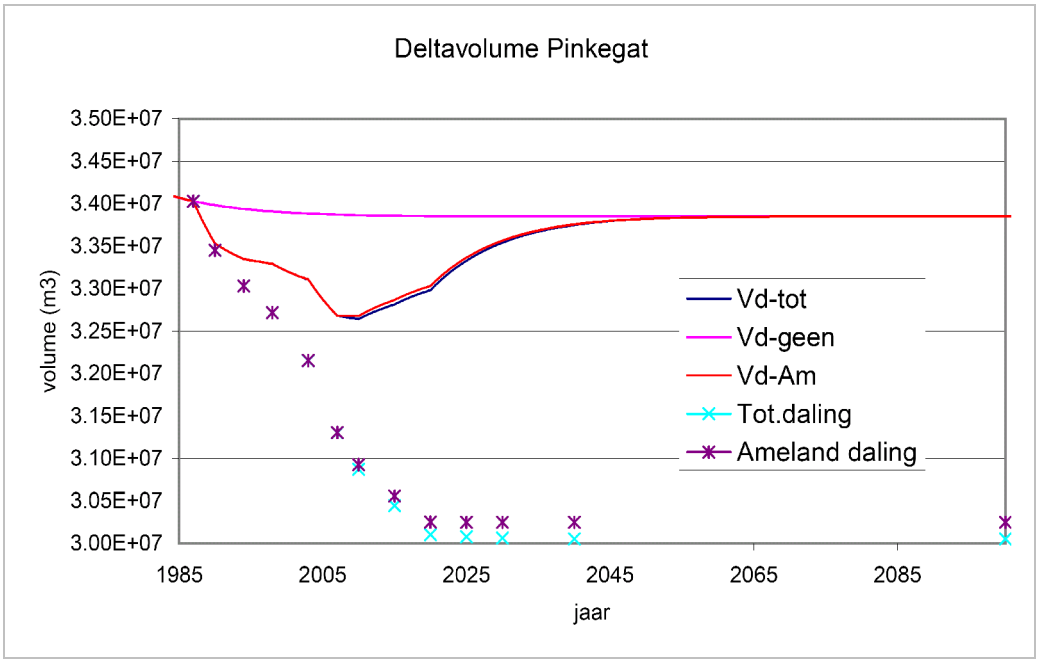
De onderstaande beschrijving is gebaseerd op **paragraaf 4.3** van het WL-rapport.

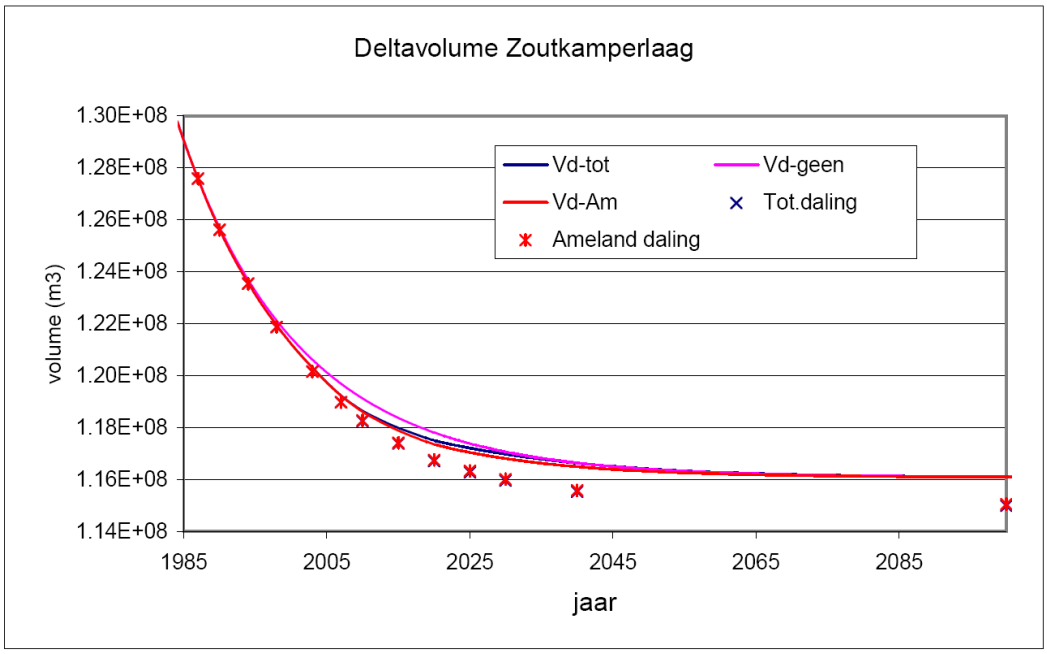
Gebruiksaanwijzing bij de grafieken
De belangrijkste resultaten van de ASMITA-berekeningen worden hieronder steeds weergegeven in grafieken met daarbij een korte toelichting. Bij de grafieken is wellicht een kleine gebruiksaanwijzing op z'n plaats.
De lijnen laten steeds de resultaten zien van twee doorgerekende situaties:

- de 'ongestoorde situatie': de ontwikkeling zonder bodemdaling door gaswinning (dit is een theoretische situatie – ijkpunt – omdat de berekening er dan van uitgaat dat de Amelandwinning er ook niet zou zijn);
- de ontwikkeling bij de Amelandwinning.

In een aantal grafieken zijn kruisjes opgenomen die laten zien welke situatie zou ontstaan indien er uitsluitend bodemdaling zou plaatsvinden en er in het geheel geen sedimentatie zou optreden.
De horizontale as in de grafieken spreekt voor zich: die bestrijkt de periode 1985-2100. De verticale as toont steeds een uitsnede van de bandbreedte waarbinnen de verschillen tussen de doorgerekende situaties zich bevinden. De verticale assen beginnen dus niet bij 0. Het voordeel van zo'n uitsnede is dat daarmee de verschillen goed inzichtelijk worden. Verraderlijk is echter dat verschillen soms spectaculair ogen, terwijl ze op het totaal slechts zeer gering zijn. Met de bovenste grafiek uit **figuur 3.4** als voorbeeld: de eerste indruk is hier wellicht dat de Amelandwinning tot een fors volumeverlies van de buitendelta van het Pinkegat leidt. Het gaat hier echter – zie de cijfers op de y-as – om een maximaal volumeverlies van ruim 1 miljoen kubieke meter op een totaal volume van de buitendelta van 34 miljoen kubieke meter. Omgerekend bedraagt het verlies ongeveer 3%.

Buitendelta
Figuur 3.8 laat met lijnen de ontwikkelingen van de zandvolumes in de beide buitendelta's tussen 1985 en 2100 zien voor (1) de ongestoorde situatie en (2) de autonome ontwikkeling met bodemdaling door de Amelandwinning. De kruisjes laten de bodemdaling door de Amelandwinning zien voor de situatie waarbij deze bodemdaling geen invloed zou hebben op de sedimentatie / erosie. Het verschil met de resultaten van de berekening met de betreffende bodemdaling is dus de compensatie door sedimentatie. (In de andere figuren hebben de kruisjes steeds dezelfde betekenis.)

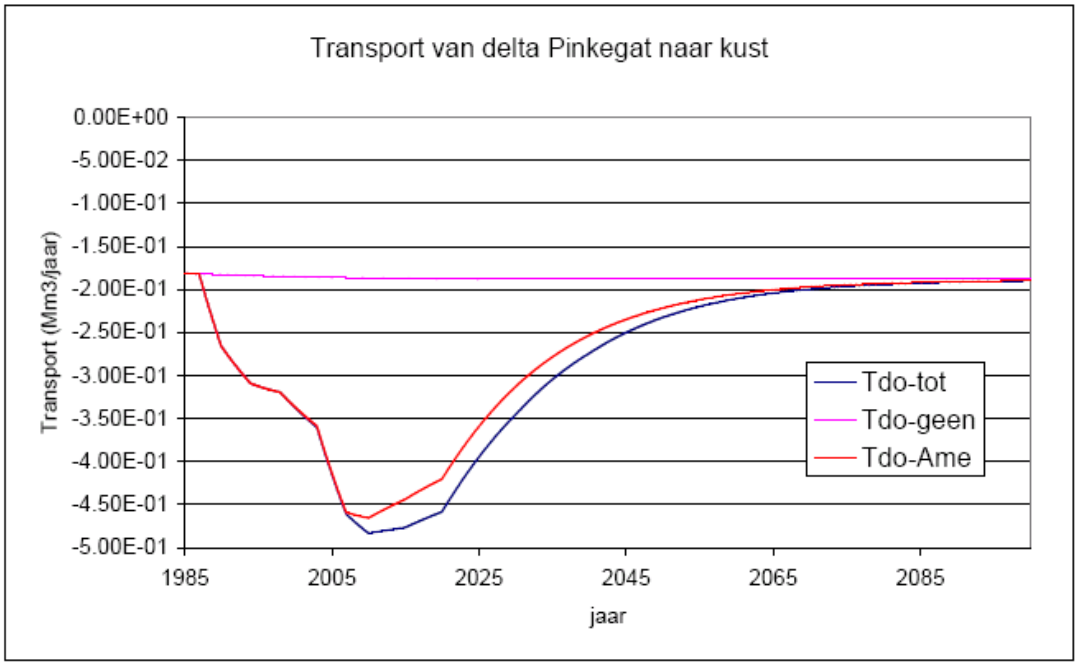


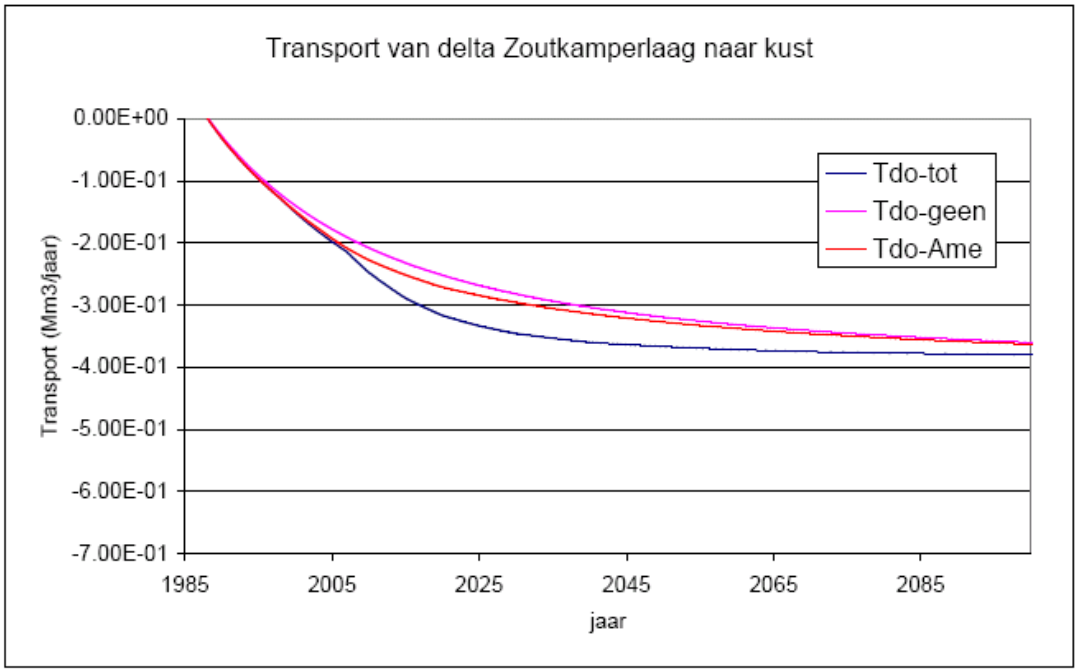


Figuur 3.8 Autonome ontwikkeling van de omvang van de buitendelta's onder invloed van zeespiegelstijging (roze) en de bodemdaling door de gaswinning op Ameland (rood).

Duidelijk blijkt dat buitendelta van het Pinkegat in 1985 dicht bij zijn theoretische evenwichtsvolume zit en in de ongestoorde situatie vanaf circa 2010 vrijwel constant blijft. Dit geldt niet voor de buitendelta van de Zoutkamperlaag. Daar is het effect van de afsluiting van de Lauwerszee nog duidelijk zichtbaar: een afname van het volume doordat een gedeelte van het zand aan de komberging wordt geleverd. Momenteel in 2005 is het effect nog maar betrekkelijk gering.

Figuur 3.9 laat de zandhonger van beide kombergingsgebieden zien. Dit levert dus informatie over de invloed op de kustzone, waar het zand om de zandhonger te compenseren vandaan moet komen. In de ongestoorde situatie bij de huidige zeespiegelstijging is deze zandvraag circa 0,19 miljoen m³/jaar voor het Pinkegatsysteem en circa 0,39 miljoen m³/jaar voor het Zoutkamperlaagsysteem. Bij de Zoutkamperlaag is deze vraag nu nog wat lager, omdat de buitendelta zelf nog steeds een klein deel van de sedimentvraag van de komberging levert en daardoor iets in omvang afneemt.



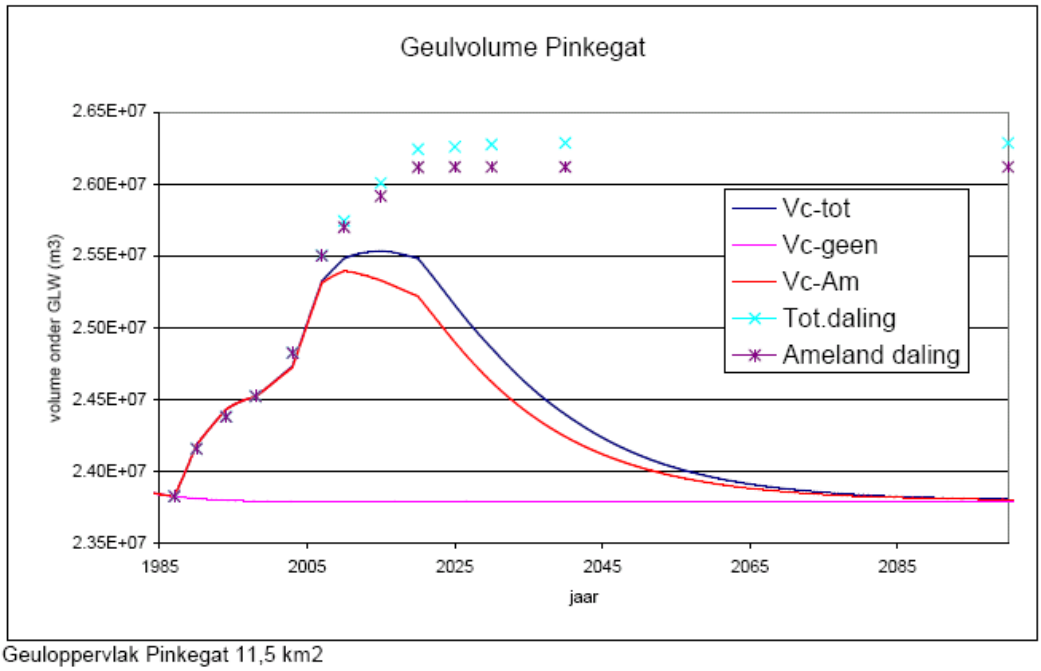


Figuur 3.9 Opbouw in de tijd van transporten van zand uit de kustzone naar de beide verschillende buitendelta's. Zonder bodemdaling wordt de zandvraag gegenereerd door zeespiegelstijging. Voor het Pinkegat is die vraag bij een constante zeespiegelstijging van 2 mm per jaar ongeveer 190.000 m³ zand per jaar. Voor de Zoutkamperlaag is er geen zandvraag, maar een zandoverschot tot ongeveer 1990. Na 1990 wordt er zand aan het kustsysteem onttrokken. Die hoeveelheid zal oplopen tot ongeveer 390.000 m³ per jaar. Het autonome transport is nu nog lager omdat de delta zelf nog een deel van het zand levert dat nodig is voor de zandhonger van de Zoutkamperlaag als gevolg van de afsluiting van de Lauwerszee in 1969 en de doorwerking daarvan. De zandvraag neemt autonoom toe tot een niveau dat ongeveer 2x zo hoog ligt als voor oostelijk Ameland.

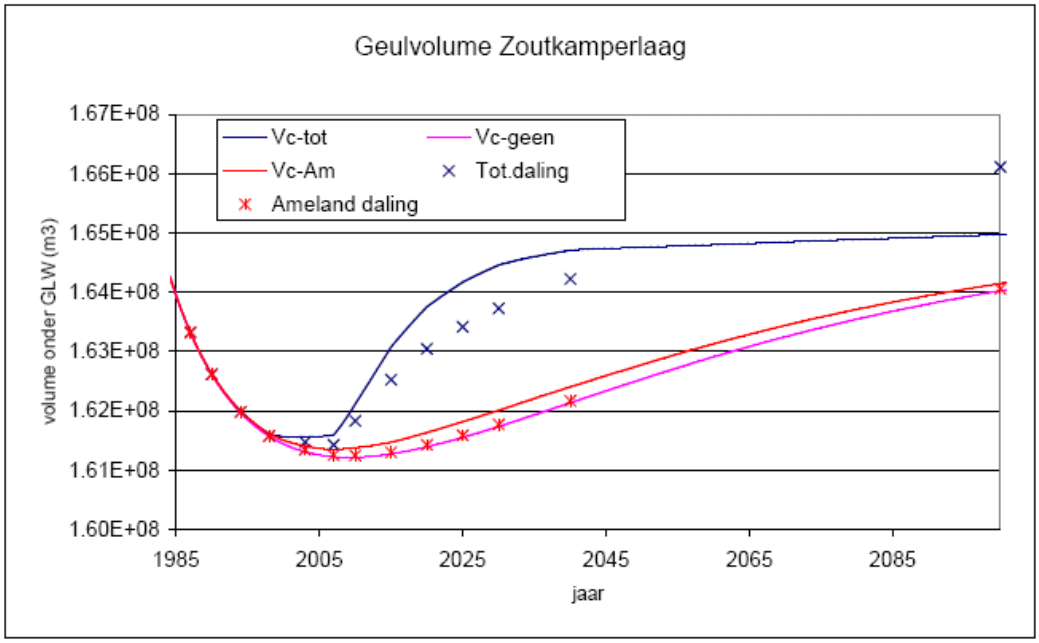
De verschillen tussen de twee lijnen in de figuren geven weer wat de invloed is van de bodemdaling door de Amelandwinning. Door de bodemdaling van de Amelandwinning alleen zal rond 2010 de toename van zandimport naar het Pinkegat ongeveer 0,27 miljoen m³ per jaar bedragen.

Geulen

Figuur 3.10 geeft de ontwikkeling van het geulvolume onder gemiddeld laagwater (GLW) in beide kombergingsgebieden. Ook hier blijkt dat het volume van de geulen in het Pinkegat in de ongestoorde situatie nagenoeg stabiel is en dat het volume van de geulen in de Zoutkamperlaag zich nog wat aanpast aan de nieuwe situatie na de afsluiting van de Lauwerszee.



Geuloppervlak Pinkegat 11,5 km2



Geuloppervlak Zoutkamperlaag 43,33 km2

Figuur 3.10 Bovenstaande figuren geven een overzicht van de ontwikkeling van het geulvolume beneden Gemiddeld LaagWater in de tijd. Duidelijk is dat in het Pinkegat, het geulvolume aanvankelijk sterk toeneem door de Amelandwinning. Door de bodemdaling ontstaat er namelijk een zandtransport van de geul naar de platen. Na 2005 verondiepen en versmallen de geulen weer door de afname van de bodemdaling door Ameland. Voor de Zoutkamperlaag is de situatie complexer. Het geulvolume neemt hier nog steeds af als nawerking van de afsluiting van de Lauwerszee. Na 2005 treedt er een kentering op en zullen de geulen zeer geleidelijk weer verdiepen en verbreden.

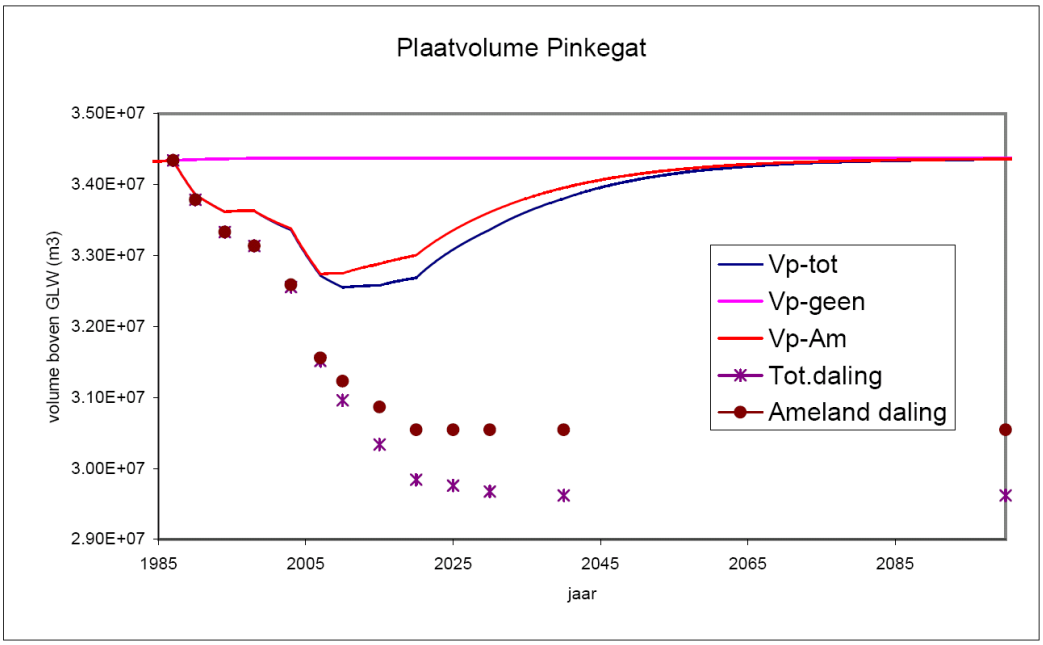
Bij het Pinkegat is te zien dat de bodemdaling veroorzaakt door de Amelandwinning een relatief grote invloed heeft. De kruisjes geven aan dat in de eerste fase van de winning de toename van het geulvolume nog iets groter was dan de bodemdaling. Naast bodemdaling trad er initieel dus ook enige erosie op. Sinds ongeveer 2000 is de erosie in de geul omgeslagen in sedimentatie. Als gevolg van compensatie door sedimentatie zal de geul na circa 2010 niet meer verdiepen en beginnen te herstellen.

Het evenwichtsvolume onder GLW van Zoutkamperlaag lijkt circa 165 miljoen m³ te bedragen. Hiervoor moet de huidige, gemiddelde geuldiepte (geuloppervlak = 43,33 km²) van 3,72 m onder GLW toenemen tot 3,81 m. De Amelandwinning geeft een zeer geringe versnelling aan het bereiken van de evenwichtstoestand.

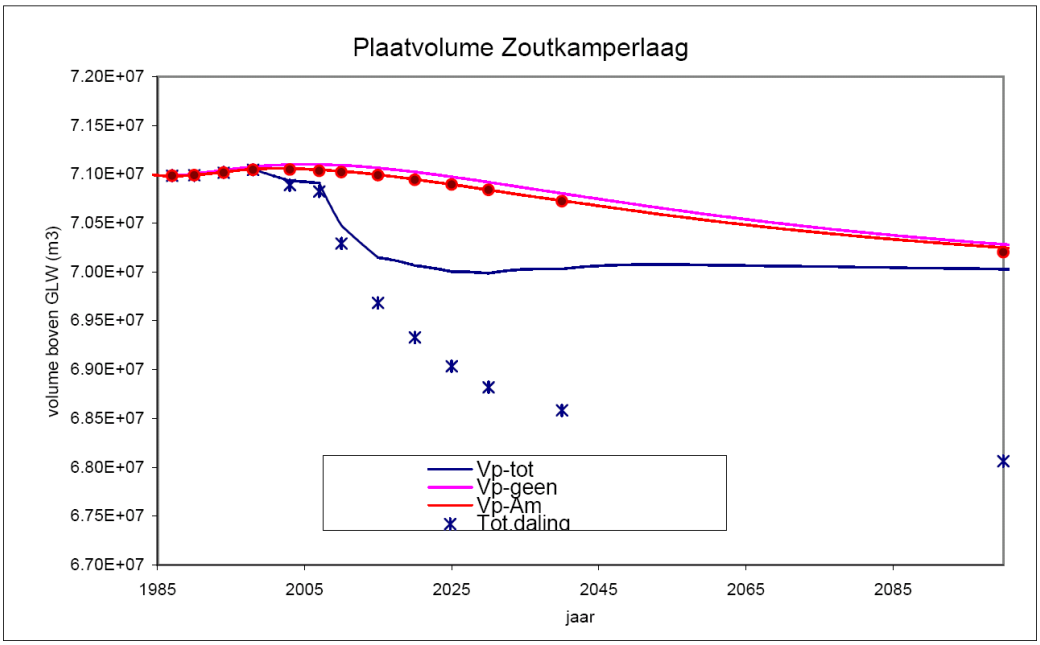
Platen

Ook op de platen wordt eenzelfde beeld gevonden (zie figuur 3.11). Het plaatvolume in het Pinkegat is in de ongestoorde situatie stabiel op een gemiddelde hoogte van 0,90 m boven GLW. Het plaatniveau in de Zoutkamperlaag zakt geleidelijk van 0,985 m boven GLW in 2005 naar een evenwicht op 0,97 m.

Met name voor het Pinkegat is in figuur 3.7 te zien dat op de platen reeds vanaf het begin van de Amelandwinning compensatie van de bodemdaling optreedt door sedimentatie. Verder is in figuur 3.7 opnieuw te zien dat in de Zoutkamperlaag de invloed van de Amelandwinning zeer beperkt is.



Plaatoppervlak Pinkegat 38,1 km2



Plaatoppervlak Zoutkamperlaag 72,15 km2

Figuur 3.11 Autonome ontwikkeling van het plaatvolume in de tijd onder invloed van zeespiegelstijging (roze) en de bodemdaling door de gaswinning op Ameland (rood).

Specifiek voor platen is relevant dat bodemdaling zowel het plaatareaal verkleint als de plaathoogte verlaagt. Het totale verlies aan plaatvolume vertaalt zich voor circa 25% in areaalverlies en voor 75% in verlaging. Door de Amelandwinning zal de bodemdaling een maximaal verlies van plaatareaal van 0,53 km² veroorzaken, dat rondom 2005 is bereikt. Dit is een verlies van een klein 1,5% ten opzichte van de ongestoorde situatie.

Gevolgen afsluiting Lauwerszee voor de Zoutkamperlaag

Anno 2005 zijn in de Zoutkamperlaag nog steeds de gevolgen te merken van de afsluiting van de Lauwerszee in 1969. Het getijdeprisma van het Zoutkamperlaagsysteem nam na de afsluiting van de Lauwerszee ineens met 1/3 af tot 200 miljoen m³. Als gevolg daarvan veranderde het evenwicht tussen de eb-stromen die zand naar buiten vervoeren en de golven die zand kustwaarts vervoeren ten gunste van de laatste.

Het zandvolume van de buitendelta was daardoor niet langer in evenwicht met de nieuwe hydrodynamische condities en nam af met 26 miljoen m³ in de periode 1970-1987. Verwacht mag worden dat het zandverlies uiteindelijk nog groter zal zijn, omdat momenteel nog een deel van het surplus aan zand is opgeslagen binnen de delta, onder andere in de vorm van de grote zandhaak (volume 6 miljoen m³) aan de westkant van Schiermonnikoog. Deze zandhaak zal naar verwachting in de nabije toekomst verdwijnen. Meer in het algemeen zal er in de Zoutkamperlaag een ‘vernatting’ optreden totdat het effect van de afsluiting van de Lauwerszee volledig is uitgewerkt en de nieuwe evenwichtssituatie is bereikt waarin de komberging alleen nog de tred van de zeespiegelstijging hoeft bij te houden.

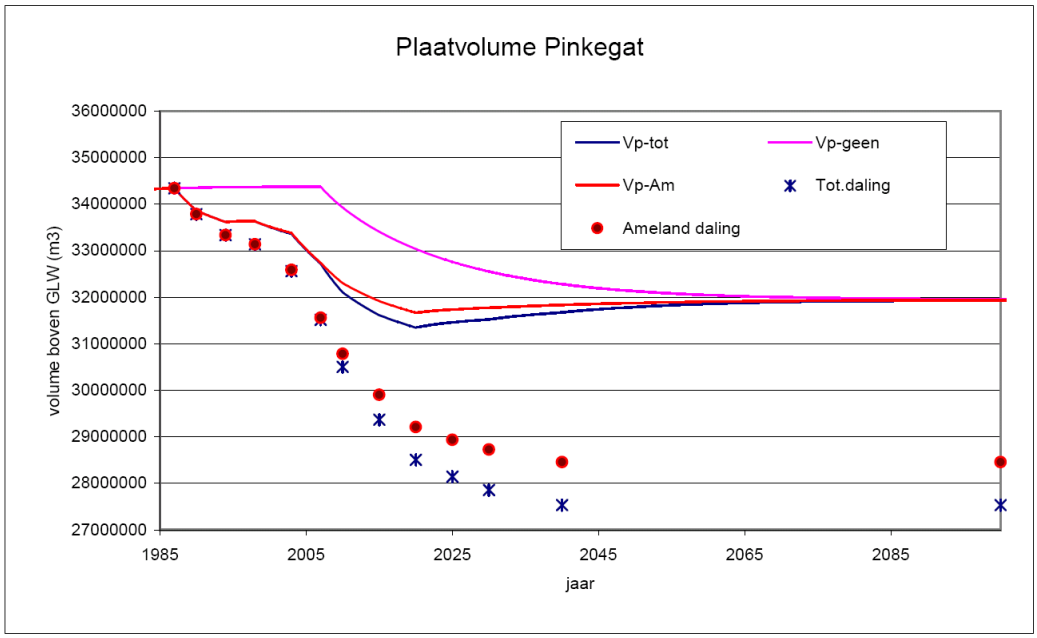
Om (uitgaande van de huidige snelheid van zeespiegelstijging) een nieuwe evenwichtssituatie te bereiken, moet de geuldiepte in de Zoutkamperlaag nog met gemiddeld 9 cm toenemen en het plaatoppervlak nog met gemiddeld 1,5 cm dalen. [ref. 3.2, 3.3]

Invloed van versnelde zeespiegelstijging en 18,6-jarige cyclus

De tot nu toe gepresenteerde resultaten maken goed duidelijk wat de autonome ontwikkeling is in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag wanneer natuurlijke processen over een periode van decennia constant zijn. Bij berekeningen met het ASMITA-model is het echter ook mogelijk inzichtelijk te maken wat de consequenties zijn van:

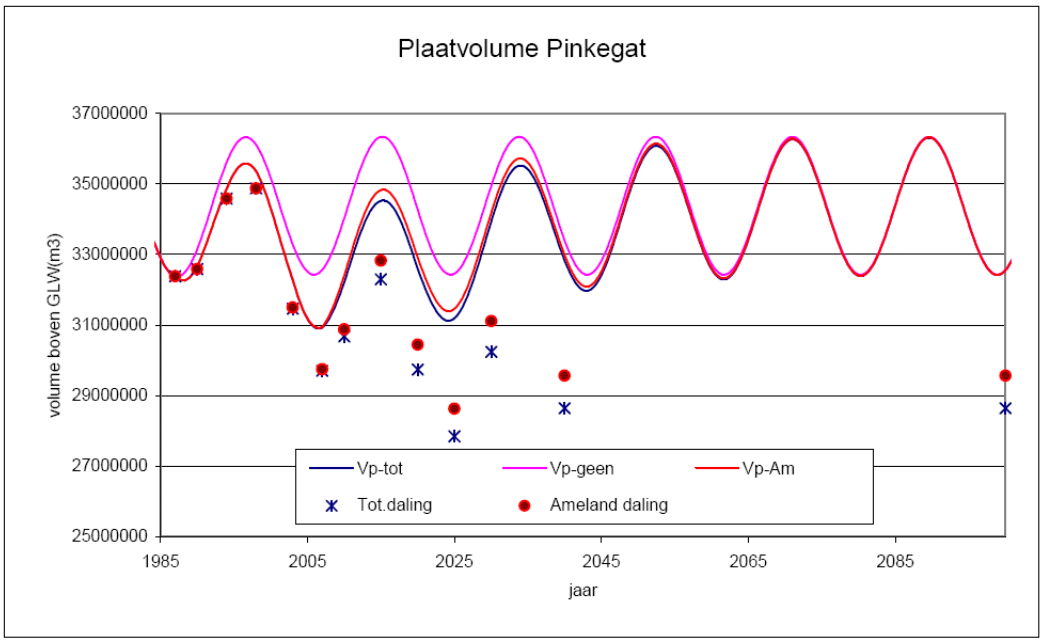
- een (plotseling) versnelde zeespiegelstijging (6 mm/jr in plaats van 2,0 mm/jr);
- de 18,6-jarige cyclus in de getijslag (ref. 3.2.1).

Het spreekt voor zich dat een sterk versnelde zeespiegelstijging aanzienlijke consequenties heeft, die vele malen groter zijn dan de gevolgen van bodemdaling door gaswinning. Met ASMITA is berekend hoe het Pinkegat en de Zoutkamperlaag zich zouden ontwikkelen bij een zeespiegelstijging die vanaf 2007 ineens 6 mm/jr bedraagt, in plaats van 1,8 mm/jr (dus ruim 3 x zoveel): het zandvolume van de buitendelta en de platen neemt af, het geulvolume neemt toe, de zandhonger wordt uiteindelijk drie maal zo hoog als in de huidige situatie. Bij wijze van illustratie is figuur 3.12 opgenomen. De corresponderende figuur is figuur 3.7. Vergelijking van deze figuren laat zien wat versnelde zeespiegelstijging 'doet' voor het plaatvolume. Overigens wordt in hoofdstuk 6 uitgebreider ingegaan op de ontwikkelingen bij versnelde zeespiegelstijging.



Figuur 3.12 Autonome ontwikkeling van plaatvolume onder invloed van een plotseling versnelde zeespiegelstijging (roze) en gelijktijdig optredende bodemdaling door de gaswinning op Ameland (rood).

Figuur 3.13 laat het effect van de 18,6-jarige cyclus op het plaatvolume zien. De vergelijking met wederom figuur 3.7 maakt duidelijk dat de natuurlijke slingering die de cyclus veroorzaakt dezelfde orde van grootte heeft als de verandering door bodemdaling door de Amelandwinning.



Figuur 3.13 Autonome ontwikkeling van het plaatvolume van het Pinkegat in de tijd als functie van de 18,6-jarige cyclus en onder invloed van zeespiegelstijging (roze) en bodemdaling door de gaswinning op Ameland (rood).

Technische resultaten monitoring Ameland (zoals gepresenteerd op het Internationaal Wetenschappelijk Waddenzee Symposium te Esbjerg, april 2005)

Zoals in 3.1.3 al is aangegeven, hebben de resultaten van de Amelandmonitoring een grote relevantie voor dit MER. Immers, de bodemdaling als gevolg van de Amelandwinning komt voor een deel terecht in het studiegebied voor dit MER en de nog resterende productieperiode van het Amelandveld is een belangrijke factor in de autonome ontwikkeling van het studiegebied. Bovendien is met de inmiddels 18 jaar durende monitoring van de Amelandwinning veel gebiedsspecifieke kennis beschikbaar gekomen over de effecten van bodemdaling in dit deel van de Waddenzee. De belangrijkste bevindingen die uit het Amelandonderzoek naar voren komen voor zover het de morfologie van het Pinkegat betreft, zijn:

- De bodemdalingschotel wordt kleiner van diameter en dieper dan oorspronkelijk voorspeld.
- De morfologie van het eiland is onder invloed van bodemdaling niet veranderd en heeft zich ontwikkeld zoals voorspeld in 1986; ook de toen reeds voorspelde zandsuppleties zijn uitgevoerd zoals voorzien.
- Bodemdaling heeft de hoogte, het areaal en de ligging van de wadplaten niet wezenlijk veranderd. Een innovatieve methode om erosie-sedimentatie te bepalen (zogenaamde spijkerproeven) laat zien dat lokaal de bodemdaling wordt gecompenseerd tot een dalingssnelheid van circa 1,5 centimeter per jaar.
- Gedurende 3 jaren achtereenvolgende vlakdekkende metingen (GPS-RTK) hadden geen betere informatie inhoud dan deze spijkermetingen. De metingen zijn gestopt.
- Lodinggegevens laten zien dat de dynamiek van de wadplaten in de betreffend kombergingen niet afwijkt van de dynamiek in andere kombergingen. Blijkbaar wordt de hoogst gemiddelde daling in de komberging het Pinkegat (modelmatig bepaald op 0,34 cm/jaar) volledig gecompenseerd.
- Het gemiddeld verschil in hoogteligging (verondieping van het wad) tussen de periode 1989-1994 versus 1999-2004 is ca. 5 centimeter en vergelijkbaar met het verschil in gemiddelde hoogwaters.
- De variatie in jaargemiddelde hoogwaterstand bedraagt ca. 10 á 20 cm en is daarmee een veelvoud van de gemiddelde jaarlijkse bodemdaling in de jaren dat de bodemdalingsnelheid het hoogst was.
- De sedimentsamenstelling in de bodemdalingschotel/komberging is niet anders dan daarbuiten (resultaat EVA2 onderzoek).
- De kwelders blijken bestand tegen de opgetreden bodemdaling: over het geheel genomen heeft opslibbing de daling gecompenseerd en is de plantengroei niet of nauwelijks veranderd.
- Het proces van kwelderafslag is door de bodemdaling niet versneld.
- Er is een verschuiving opgetreden in de vogelpopulaties die hun voedsel zoeken binnen de bodemdalingschotel, zowel in de tijd als vergeleken met de referentie op de westpunt van Ameland en elders in de Waddenzee. Die verschuiving is toe te schrijven aan het wegvissen van mosselbanken en het partieel herstel aan alleen de westpunt van Ameland.
- De inundatie van laaggelegen duinvalleien is sterk toegenomen door een relatieve stijging van het grondwater. Een toename van de overvloedings frequentie speelt slechts een ondergeschikte rol.
- De duinvegetaties worden niet door bodemdaling beinvloed (het programma wordt voortgezet met een lagere frequentie vanwege het maatschappelijk belang). Veranderingen houden met name verband met verruiging en vermesting.

3.2.3 Kwelders: de Peazemerlannen, ’t Schoor, Wierum

In het studiegebied bevinden zich drie vastelandkwelders: de Peazemerlannen (circa 215 ha) en westelijk daarvan de kwelders bij ’t Schoor (circa 28 ha) en Wierum (circa 11 ha). De beschrijving van de abiotische ontwikkeling in relatie tot bodemdaling is hoofdzakelijk toegespitst op de Peazemerlannen. Dit is met afstand de grootste van de drie genoemde kwelders. Bovendien is over de Peazemerlannen veel kennis beschikbaar op basis van intensief onderzoek, dat in 1993 van start ging omdat destijds de verwachting was dat dit

gebied gevoelig zou zijn voor bodemdaling onder invloed van de Anjumwinning die in die tijd werd voorbereid.. De informatie over de Peazemerlannen is eveneens bruikbaar om kwalitatief de bestaande toestand en de autonome ontwikkeling van de twee andere kwelders te beschrijven.

Overigens is ook zeer veel informatie beschikbaar over zowel vasteland- als eilandkwelders elders in het Waddengebied. Dit biedt de mogelijkheid om de betrouwbaarheid van gegevens over de Peazemerlannen te toetsen aan hetgeen bekend is over ander gebieden. In de deelrapporten van Alterra en WL is een specifieke vergelijking gemaakt tussen de Peazemerlannen en de qua opbouw vergelijkbare kwelder Nieuwlandsrijd op Ameland, waarvan de ontwikkeling sinds 1986 intensief gemonitord wordt. De vergelijking met dit referentiegebied bevestigt de conclusies over de abiotiek van de Peazemerlannen. Zie hiervoor **paragraaf 3.1.1** in het Alterra-rapport en **paragraaf 3.4.2** in het WL-rapport.

Gebiedsbeschrijving Peazemerlannen
De Peazemerlannen (**figuur 3.14**) liggen in het uiterste noordoosten van Friesland bij de plaatsen Peazens en Moddergat. Het Waterschap Fryslân is eigenaar van het gebied en It Fryske Gea is de beheerder (kwelder in pacht tot 2014). Net zoals de overige kwelders en zomerpolders langs de Friese en Groninger kust is het gebied voornamelijk via landaanwinningswerken ontstaan. De Peazemerlannen zijn aangewezen als natuurmonument volgens de Natuurbeschermingswet. In dit kader wordt de huidige afwisseling van kwelder en grasland als karakteristiek en waardevol aangemerkt, met name voor vogels. Het streven is het gebied in zijn huidige toestand te behouden.

Peazemerlannen (Friesland)



Figuur 3.14 Luchtfoto van de Paezemerlannen. De foto is in zogenaamde "false color" waarmee plantengroei goed wordt weergegeven. Linksonder ligt het dorp Peasens. Direct ten noorden van de zeedijk ligt de zomerpolder. De polder wordt oost-west doorsneden door een zomerkade die de kwelder begrensd (donkerderrood). De twee breuken in de dijk zijn zichtbaar als een donker deel in de buitenste bedijking.

De bodem van dit gebied bestaat uit een dikke laag zeeklei, die bij de zeewering op een hoogte van ongeveer NAP +2,0 m overgaat in een geasfalteerde dijkvoet. In het gebied zijn de volgende deelgebieden te onderscheiden:

1. Zomerpolder, 89 ha. Deze is aan alle zijden door (zomer)dijken omgeven, waardoor de overvloedingsfrequentie en daarmee de opslibbing sterk verminderd wordt. Negen klepduikers in de groene zomerkade lozen het overtollig zeewater en regenwater. Het grasland in de zomerpolder wordt intensief begraasd, voornamelijk door schapen.
2. Buitendijks kweldergebiedje in het westen dat onder te verdelen is in:
   a. het hooggelegen deel voor de zeewering, 15 ha, met een oeverbescherming aan de wadkant, net als de zomerpolder intensief begraasd door schapen;
   b. het laaggelegen deel langs de strekdam, 4 ha, met extensieve beweiding.
3. Kwelder (voormalige noordelijke zomerpolder), 100 ha. Deze wordt aan de zuidzijde begrensd door de bovengenoemde groene zomerkade en aan de noordkant door een bitumen zomerkade. Die laatste is in 1951 aangelegd. Tijdens een storm in april

1973 is het midden van de bitumen zomerkade doorgebroken en nadien niet meer hersteld. In 1979 is meer westelijk een tweede deel van de kade weggeslagen en evenmin hersteld. Sinds beide doorbraken vindt er weer sedimentuitwisseling plaats tussen de Waddenzee en de voormalige noordelijke zomerpolder. Als gevolg van deze spontane verkweldering kon zich hier een dynamische kwelder ontwikkelen met oeverwallen en kommen, met een diverse zilte vegetatie en met een omvangrijke avifauna. De kwelder is onbeweid (behoudens incidenten) en nog onder te verdelen in:

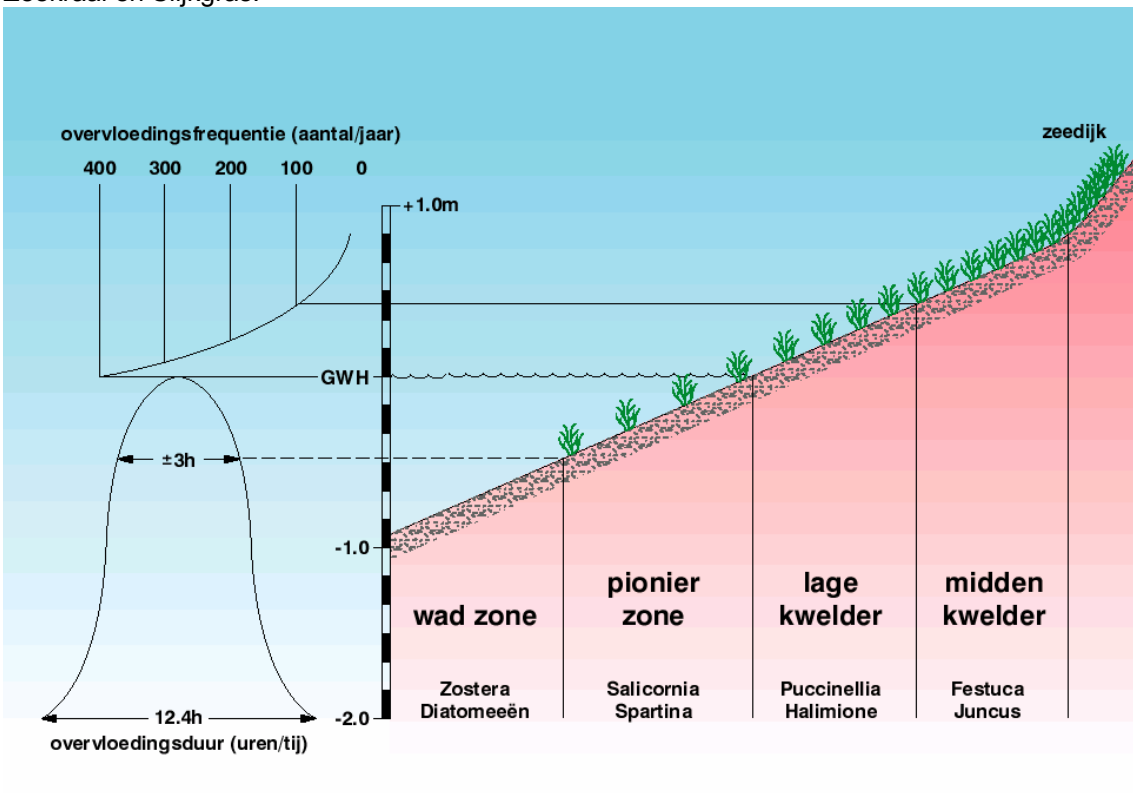
a. oeverwallen;
b. lage kwelder;
c. kommen/secundaire pionierzone.

4. Primaire pionierzone, onder te verdelen in:
   a. delen achter de gaten in de bitumen zomerkade,15 ha;
   b. recente ontwikkeling van pionierzone op het wad buiten de bitumen zomerkade.

De zomerpolder (1) en de kwelder (3 + 4a) zijn qua areaal verreweg de belangrijkste deelgebieden (samen ca. 200 ha). In het algemeen zijn vooral de primaire pionierzones van kwelders kwetsbaar voor bodemdaling. Ook de primaire pionierszone achter de gaten in de bitumen zomerkade (4a) is als kwetsbaar gebied voor bodemdaling aangewezen.

Onderzoek naar de abiotische ontwikkeling van de Peazemerlannen

In een kwelder zijn verschillende zones te onderscheiden (figuur 3.15). Laaggelegen kwelders worden tijdens hoge hoogwaters (bijvoorbeeld rond springtij) regelmatig overstroomd door het getijdewater. De middelhoge kwelders worden minder vaak overstroomd, de hooggelegen schorren slechts incidenteel. De zone die dagelijks kort wordt overstroomd – de pionierzone – bestaat uit zoutminnende pionierplanten, vooral Zeekraal en Slijkgras.



Figuur 3.15 Voorbeeld van zonering en inundatiefrequentie (naar Erchinger 1985). GWH is het gemiddelde hoogwaterniveau. Daarboven vindt alleen opslibbing plaats door uitzonderlijk hoge tijen (spring- en stormtijen).

Voor de abiotische ontwikkeling in relatie tot bodemdaling is de kernvraag hoe het proces van opslibbing van een kwelder verloopt. Voor de opslibbing van een kwelder zijn bepalend: de hoeveelheid sediment die met het getij aangevoerd wordt, de hydrodynamische omstandigheden (overstromingsfrequentie, golfhoogte,

stroomsnelheid), de lokale morfologie (afstand tot de Waddenzee, afstand tot de kreken, de ligging in het oeverwallen-kommen systeem) en de structuur en biomassa van de vegetatie. In de Waddenzee is normaal gesproken voldoende sediment aanwezig voor een hoge opslibbing langs de vastelandkust. In vergelijking met het kale wad wordt op de begroeide kwelder een hogere opslibbing gevonden. De vegetatie levert daaraan een belangrijke bijdrage door sediment in te vangen en golven te dempen. De grote rol van de vegetatie verklaart ook waarom de opslibbing in een intensief begraasde kwelder (zoals het Nieuwlandsrijd op Ameland) geringer is dan in een kwelder die niet of nauwelijks begraasd wordt (zoals de voormalige noordelijke zomerpolder in de Peazemerlannen).

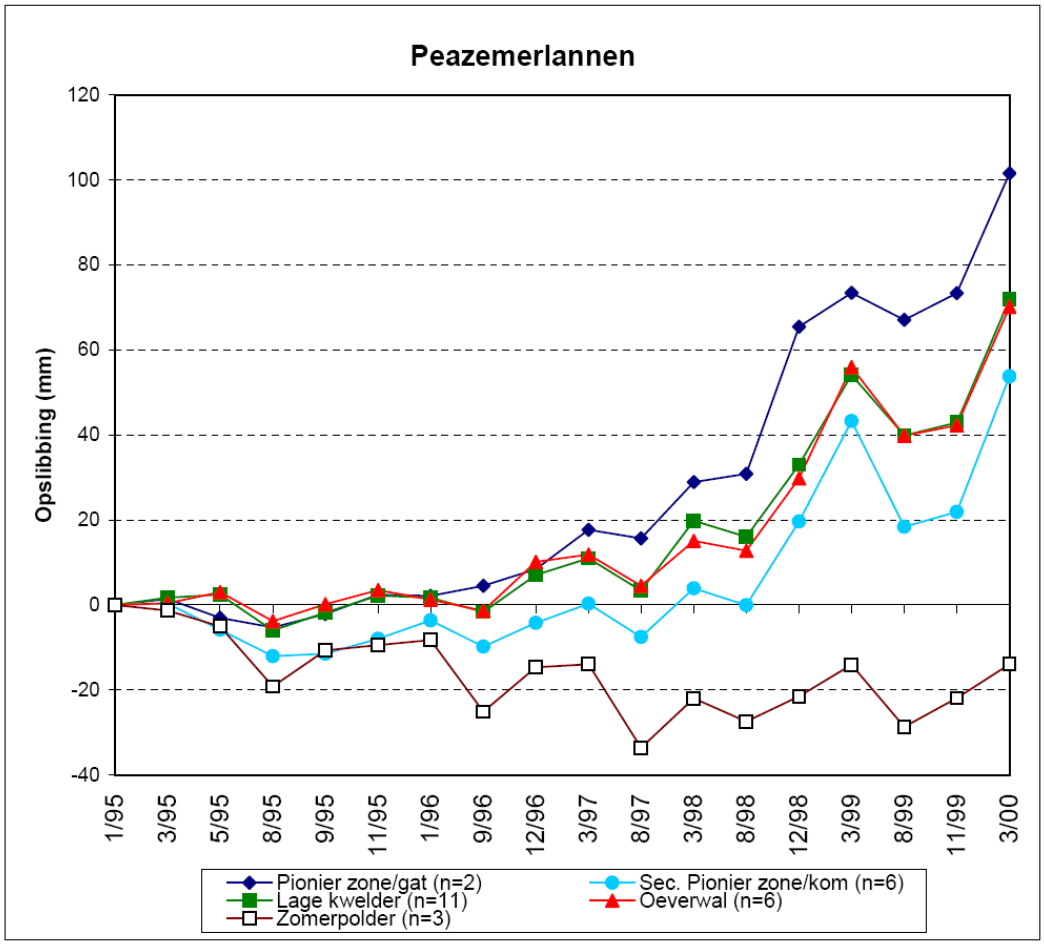
De balans tussen erosie en sedimentatie – de opslibbingsbalans – bepaalt de hoogteligging van de verschillende zones in een kwelder, maar die hoogteligging is natuurlijk ook afhankelijk van bodemdaling en zeespiegelstijging. Verder speelt een rol dat kwelders ’s zomers gewoonlijk enigszins inklinken door uitdroging, hetgeen ’s winters gewoonlijk weer ongedaan gemaakt wordt door neerslag en overvloedingen.

De hoogteligging en de opslibbingsbalans van de Peazemerlannen zijn sinds 1993 onderzocht met verschillende methoden. Tot aan 1996 voerde Alterra dit onderzoek uit in opdracht van de NAM. Vanaf 1997 heeft Alterra dit onderzoek op eigen initiatief voortgezet. Daarbij werd (en wordt) de opslibbing gemeten met behulp van zogenoemde sedimentatie-erosiebalken (SEB) die in meetvelden worden opgesteld. Door verschillende metingen in een jaar te verrichten wordt duidelijk of in de tussenliggende periode erosie/inklinking dan wel opslibbing heeft plaatsgevonden. Tussen januari 1995 en maart 1996 zijn in totaal 30 SEB-velden uitgezet in de Peazemerlannen: 3 in de huidige zomerpolder, 27 in de kwelder. Op al deze plaatsen is sindsdien drie maal per jaar gemeten: in maart, in augustus/september en in november/december.

De meetreeks bestrijkt inmiddels een periode van tien jaar. Het totale aantal metingen is daarmee groot genoeg om uitzonderlijke fluctuaties verantwoord uit te kunnen middelen. De SEB-methode wordt overigens ook door de Raad voor de Natuur aanbevolen in haar advies over bodemdaling door gaswinning. Verder zijn er, naast het SEB-meetnet in de Peazemerlannen, vergelijkbare meetnetten in andere kwelderwerken en op Ameland. Toetsing aan referentiesituaties is daarmee mogelijk. De reeks van SEB-meetgegevens over de periode 1995-2005 kan al met al als een betrouwbare basis voor conclusies over de Peazemerlannen beschouwd worden.

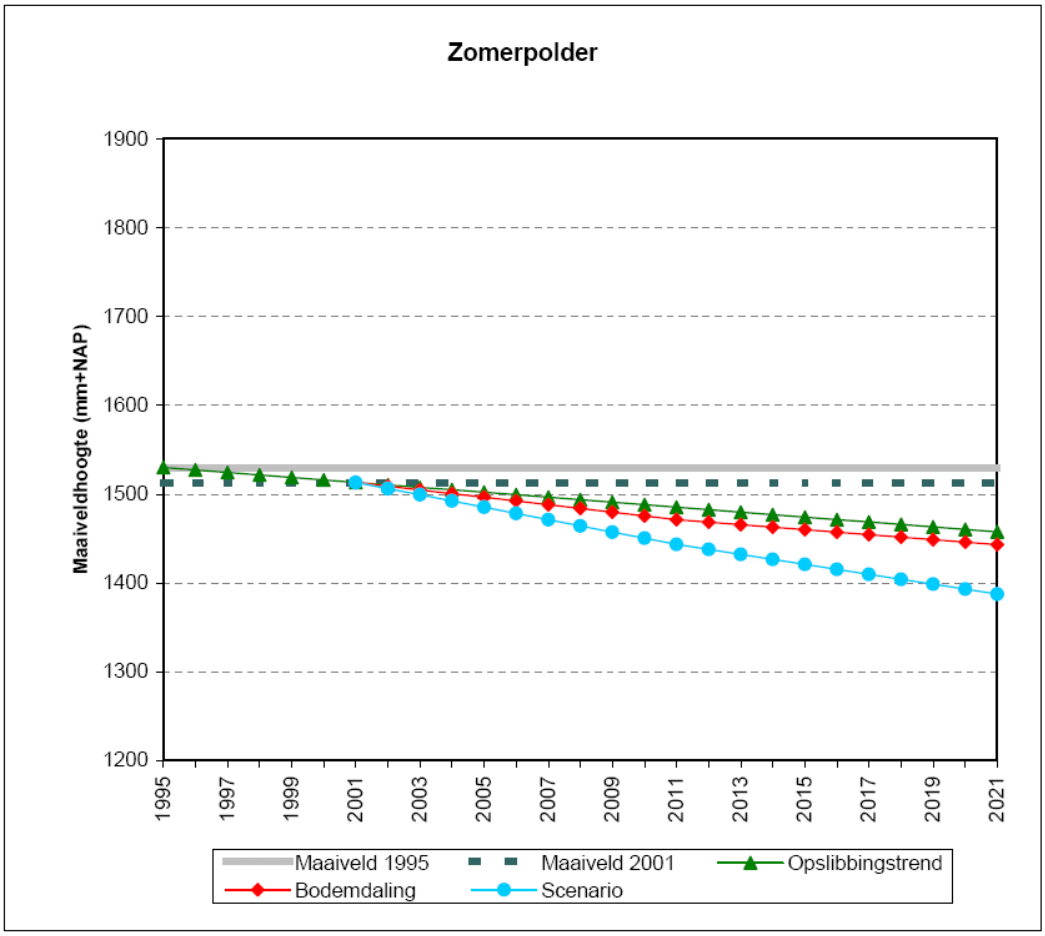
Resultaten opslibbing en maaiveldhoogte Peazemerlannen
Figuur 3.16 laat de resultaten per zone zien. Daaruit blijkt een gemiddelde opslibbing op basis van de SEB-metingen over de periode maart 1995-maart 2005 van:

- ca. 24 mm/j voor de primaire pionierzone (achter het gat in de bitumenkade);
- ca. 8 mm/j voor de secundaire pionierzone (kommen met Schorrekruid);
- ca. 12 mm/j in de lage kwelder (kom met Kweldergras);
- ruim 15 mm/j op de middenkwelder (oeverwallen met Strandkweek);
- -2 mm/j in de zomerpolder.



Figuur 3.16 Overzicht van de resultaten van SEB-metingen op Paezemerlannen.

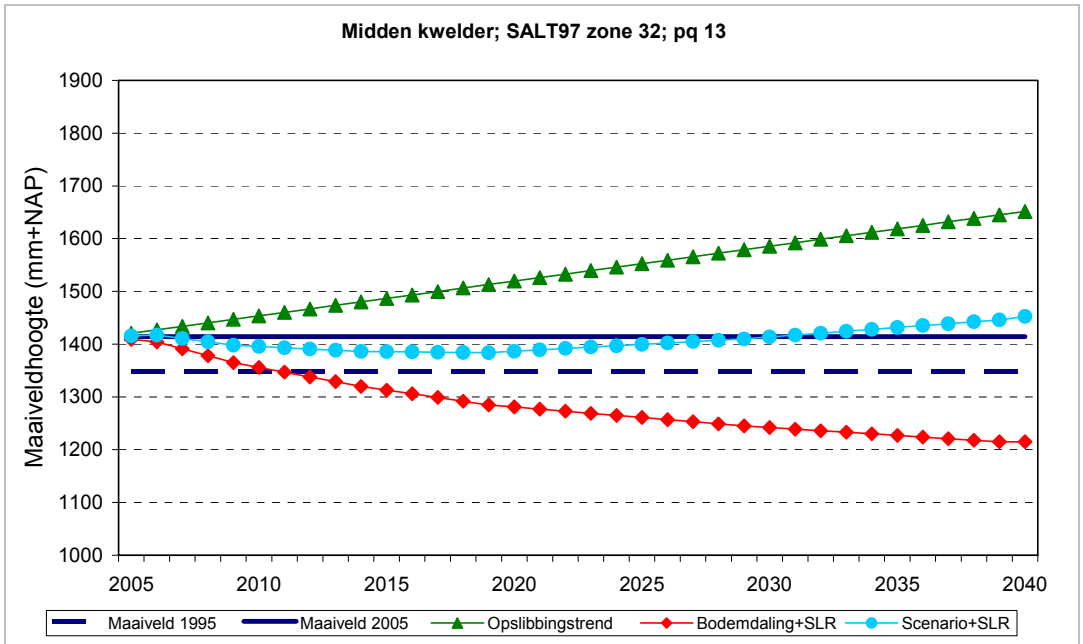
Figuur 3.17 toont de gemeten maaiveldhoogte in dezelfde periode. Voor de drie SEB-velden in de zomerpolder van de Peazemerlannen is er na tien jaar een netto gemiddelde daling van de bodem van ca. 2 mm per jaar. Er is hier vrijwel geen opslibbing mogelijk, omdat er zelden overvloedingen plaatsvinden. Als er in een jaar bovendien weinig neerslag valt leidt dit ertoe dat inklink slechter herstelt dan in de kwelder. Alleen lokaal achter de klepduikers in het zomerdijkje tussen kwelder en zomerpolder komt bij hoge tijen sediment de zomerpolder binnen.



Figuur 3.17 Ontwikkeling van de maaiveldhoogte van 1995 tot 2005 en een voorspelling van de ontwikkeling in de komende 15 jaar. De negatieve ontwikkelingstrend zal zich voortzetten.

Op een kwelder is de overvloedingsfrequentie hoofdzakelijk bepalend voor de mate van opslibbing. Het sediment moet immers door het water worden aangevoerd. De gemiddelde opslibbing in het grootste deel van de kwelder van de Peazemerlannen neemt echter toe met de hoogte van de bodem. Dit is te verklaren als wordt aangenomen dat de opslibbing afhankelijk is van speciale gebeurtenissen ('events'): bij normale tijen vindt een ophoping van sediment in kreken plaats en pas tijdens extreme tijen wordt dit sediment op de kwelder afgezet. Dit gebeurt dan vooral op de oeverwallen en andere plaatsen die dicht bij kreken liggen. Ook onderzoek in andere kwelders heeft laten zien dat de opslibbing afnam naarmate de afstand tot kreken groter werd.

Om de autonome ontwikkeling te schetsen, is aan de hand van de SEB-gegevens van de opslibbing de trendlijn per zone berekend en doorgetrokken tot 2040. In werkelijkheid zal de lijn bij een toenemende hoogte op een bepaald moment afvlakken, omdat de aanvoer van sediment dan afneemt.



Figuur 3.18 Prognose van de maaiveldhoogte-ontwikkeling van pq 13 in de midden kwelder in de Peazemerlannen in geval van het base-case scenario voor bodemdaling en een zeespiegelstijging van 2 mm/j.

Van het hooggelegen buitendijkse begraasde stuk (15 ha) tegen de deltadijk en het lager gelegen deel langs de strekdam (4 ha) – deelgebied 2 uit de gebiedsbeschrijving in het begin van deze subparagraaf – zijn geen recentere opslibbingsgegevens bekend dan die in een studie uit 1997 staan vermeld. Het ligt echter voor de hand dat ze het normale ontwikkelingsproces in een kwelder zullen vertonen: verticale opslibbing gaat samen met laterale uitbreiding (indien een pionierzone aanwezig) of met laterale erosie. Door de geëxponeerde en lage ligging en de al in 1997 vastgestelde erosie leek het kweldertje langs de strekdam toen al nauwelijks een overlevingskans te hebben. Het hooggelegen buitendijkse kwelderdeel tegen de deltadijk heeft een oeverbescherming aan de wadkant. Het is niet bekend of hier enig onderhoud aan plaatsvindt door het waterschap. De opslibbing is in dit gebied, voor zover bekend, vrij laag, wat normaal is voor een hoger gelegen kwelder.

Kwelders bij 't Schoor en Wierum
De oude kweldertjes bij 't Schoor en Wierum zijn gemiddeld veel hoger gelegen dan de jonge kwelder de Peazemerlannen. De kwelder bij 't Schoor is in eigendom bij het Wetterskip Fryslân en besloeg in 2002 (geen recentere gegevens beschikbaar) ca. 28 ha. Hiervan is ca. 3 ha pionierzone en ca. 25 ha kwelder, waarvan de hoge kwelderzone het grootste oppervlak beslaat. Er vindt reeds decennia lang intensieve beweiding plaats, momenteel met schapen en pinken.

De kwelder bij Wierum is eveneens in eigendom bij het Wetterskip Fryslân en besloeg in 2002 (geen recentere gegevens beschikbaar) ca. 11 ha. Aan de wadkant ligt een van jaar tot jaar sterk in afmetingen wisselend strookje pionierzone. Aan de wadkant is dit gebied al meer dan een halve eeuw aan natuurlijke kliferosie onderhevig. Deze kliferosie zal onveranderd doorgaan tot aan de dijkvoet, die momenteel al bijna bereikt is. De hoge en lage kwelder vormen met respectievelijk meer dan de helft en circa een kwart van het gebied de belangrijkste vegetatiezones. Er vindt reeds decennia lang intensieve beweiding plaats, momenteel met schapen en pinken.

3.2.4 Resumé abiotische autonome ontwikkeling

Pinkegat

- De zandvraag als gevolg van zeespiegelstijging bedraagt ca 0,19 miljoen m³/jaar.
- De buitendelta begeeft zich naar een nieuw evenwicht dat rond 2010 wordt bereikt (het effect van de afsluiting van de Lauwerszee is momenteel nog heel licht merkbaar).
- De geulen en platen zijn min of meer stabiel.

- De geulen vertoonden door de Amelandwinning (start 1986) aanvankelijk enige erosie, sinds 2000 sedimentatie en na 2010 herstel van een nieuw evenwicht.
- Door de Amelandwinning loopt het verlies aan plaatareaal op tot maximaal 0,53 km² rond 2005, bedraagt de verdieping van de platen 3 á 4 cm en neemt de zandimport in de buitendelta toe tot ongeveer 0,27 miljoen m³/jaar rond 2010.

Zoutkamperlaag
- De zandvraag als gevolg van zeespiegelstijging bedraagt ca 0,39 miljoen m³/j, wat relatief laag is omdat de buitendelta zelf ook nog zand levert.
- De buitendelta vertoont nog steeds enige verstoring – volumeafname – als gevolg van de afsluiting van de Lauwerszee maar de verstoring is klein.
- De geulen en platen zijn nog steeds licht onstabiel als gevolg van de afsluiting van de Lauwerszee.
- Door de Amelandwinning tonen de geulen een sneller herstel van de verstoring veroorzaakt door de afsluiting van de Lauwerszee.
- De invloed van de Amelandwinning op de Zoutkamperlaag is gering; door de Amelandwinning loopt het verlies aan plaatareaal op tot maximaal 0,02 km² rond 2020 en bedraagt de verdieping minder dan 1 cm.

Friese Zeegat: Pinkegat & Zoutkamperlaag
- De cyclische ontwikkeling in het Friese Zeegat zal zich voortzetten, waarbij hoge zandplaten als Rif en Engelsmanplaat verschuiven, verdwijnen en weer ontstaan in een ritmiek van 20 tot 40 jaar.

Kwelders
- De gemiddelde opslibbing voor de kwelder in de Peazemerlannen is vergelijkbaar met die langs de rest van de Friese en Groninger kust en bedraagt ca. 1,5 cm/jaar.
- De gemiddelde jaarlijkse maaiveldverandering in de zomerpolder van de Peazemerlannen is 2 mm/jaar.
- Het in het westen gelegen buitendijkse gebied voor de deltadijk kent enige opslibbing en loopt dankzij de oeverbescherming aan de wadkant geen direct risico van achteruitgang.
- Het kweldertje langs de strekdam heeft vermoedelijk weinig overlevingskansen, gelet op de geëxponeerde en lage ligging en de gemeten erosie.
- De ontwikkeling van de oude kweldertjes bij Wierum en bij ‘t Schoor zal weinig verschillen van de naburige vastelandskwelders, waaronder de Peazemerlannen.
- De reeds vele decennia optredende kliferosie bij Wierum, die momenteel bijna tot aan de zeedijk is genaderd, zal zich voortzetten.

3.3 Biotiek

3.3.1 Natuurbeschermingswetgeving

Natuurbeschermingswet 1998, Habitatrichtlijn, Vogelrichtlijn
Op de Waddenzee – met inbegrip van het in de Waddenzee gelegen studiegebied voor dit MER – is natuurbeschermingswetgeving van toepassing. Vooral van belang is het beschermingsregime dat voortvloeit uit de Europese Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn. Deze twee Europese richtlijnen zijn sinds oktober 2005 definitief opgenomen (‘geïmplementeerd’) in de Natuurbeschermingswet 1998. Voor het beschermingsregime heeft dit geen inhoudelijk consequenties: aan de vereisten uit de Vogel- en Habitatrichtlijn moet nog steeds voldaan worden.

De Waddenzee is aangewezen als speciale beschermingszone (SBZ) in het kader van de Vogelrichtlijn en aangemeld als SBZ in het kader van de Habitatrichtlijn. Voor wat betreft de Habitatrichtlijn is daarbij aangegeven op grond van welke habitattypen (conform bijlage 1 van de Habitatrichtlijn) en welke soorten (conform bijlage 2 van de Habitatrichtlijn) de Waddenzee zich als SBZ kwalificeert. De Vogelrichtlijn bestrijkt alleen soorten vogels; in de aanwijzing van de SBZ als Vogelrichtlijngebied is bijgevolg gespecificeerd voor welke vogelsoorten de Waddenzee zich kwalificeert.

Het beschermingsregime houdt, kort gezegd in, dat bij projecten in een SBZ (of in de directe omgeving daarvan, waardoor de effecten ook in de betreffende SBZ zouden kunnen optreden – externe werking) vooraf bepaald moet worden of de kans aanwezig is dat er significante effecten optreden voor de relevante habitattypen en de relevante soorten. Is de kans op dergelijke effecten op voorhand niet geheel uit te sluiten, dan is de zogenoemde passende beoordeling de volgende stap. In de passende beoordeling moet vastgesteld worden of er de zekerheid is dat er geen effecten zijn die een aantasting inhouden van de natuurlijke kenmerken van een gebied, gezien de instandhoudingsdoelstellingen voor het gebied in kwestie. Dergelijke instandhoudings-doelstellingen zijn momenteel nog niet definitief vastgelegd. Daarom moeten de *voorlopige* instandhoudingsdoelstellingen als vertrekpunt genomen worden. Voor de SBZ Waddenzee in z'n totaliteit geldt de volgende voorlopige instandhoudingsdoelstelling:

"Het beleid en beheer ten aanzien van de voorlopige instandhoudingdoelstellingen 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, alsmede van de (bodem)flora en de (bodem)fauna, onder meer omvattende de foerageer-, broed- en rustgebieden van vogels."

De kernelementen van deze voorlopige instandhoudingsdoelstelling zijn:
- een zo gering mogelijke menselijke invloed in het gebied;
- een zo natuurlijk mogelijke ontwikkeling van onder meer hydrologie, flora en fauna, en foerageergebieden van vogels;
- behoud en/of herstel van een gunstige staat van instandhouding voor kwalificerende habitats en soorten.

Bij de formele aanwijzing van de Waddenzee als Habitatrichtlijngebied (eind 2007) zullen de instandhoudingdoelstellingen ook formeel worden vastgesteld. Bij de vergunningverlening (op basis van de Natuurbeschermingswet 1998) voorafgaand aan deze aanwijzing hanteert het Ministerie van LNV de voorlopige instandhoudingdoelstellingen.

3.3.2 Relevante habitattypen en soorten

De passende beoordeling van de effecten op de Waddenzee is uitgewerkt in **hoofdstuk 6**. Voor dit **hoofdstuk 3** is van belang dat er op grond van de natuurbeschermingswetgeving basisinformatie (bestaande toestand, trends, autonome ontwikkeling) beschikbaar moet zijn over de relevante beschermde habitattypen en soorten. Hieronder volgt een overzicht en afbakening van de habitattypen en soorten in kwestie.

Habitattypen
De Waddenzee is als SBZ in het kader van de Habitatrichtlijn aangemeld voor negen habitattypen:

- 1110: permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken;
- 1130: estuaria;
- 1140: bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten;

- 1310: eenjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met Zeekraal (Salicornia spp.) en andere zoutminnende soorten;
- 1320: schorren met slijkgrasvegetaties (Spartinion maritimae);
- 1330: atlantische schorren met kweldergrasvegetatie (Glauco-Puccinellietalia maritimae);

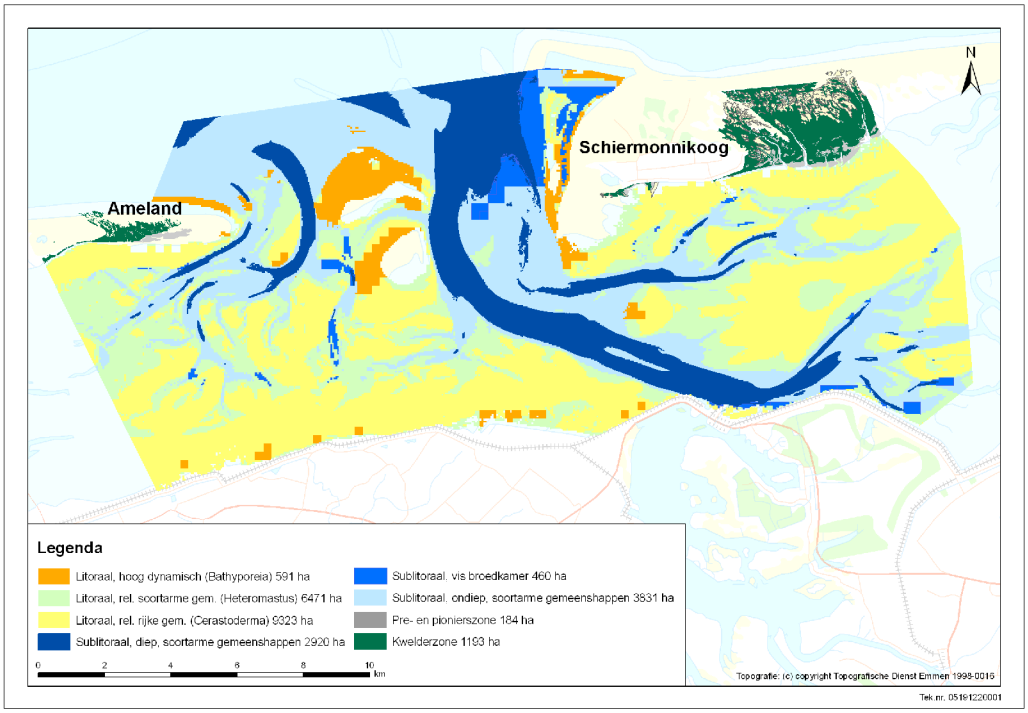
- 2110: embryonale wandelende duinen;
- 2120: wandelende duinen op de strandwal met Helm (Ammophila arenaria);
- 2130: vastgelegde duinen met kruidvegetatie

Binnen het studiegebied zijn vier van deze negen habitattypen afwezig:

- 1130, estuaria, zijn de benedenstroomse delen van rivierdalen die onder invloed staan van zeewerking en de werking van getijden. Binnen de SBZ Waddenzee is het Eems-Dollardestuarium (buiten het studiegebied gelegen) het enige voorbeeld van dit habitattype.
- 2110, 2120, 2130, verschillende typen duinhabitats, zijn op de eilanden aanwezig, maar ze liggen niet binnen de bodemdalingsschotel en worden niet tot de komberging gerekend.

Schorren met slijkgrasvegetatie – type 1320 – komen algemeen voor in de SBZ Waddenzee, maar het voor dit habitattype als kenmerkende soort aangemerkte Klein slijkgras heeft een zuidelijk verspreidingsgebied en is niet in de Waddenzee aanwezig. Habitattype 1320 is in deze studie behandeld onder de pionierzone habitattype 1310.

Er resteren derhalve vier habitattypen die wel relevant zijn. In figuur 3.19 is te zien dat deze vier typen samen het gehele studiegebied vullen. Hieronder volgt een korte typering:



Figuur 3.19 Overzicht van de belangrijkste habitattypen binnen het onderzoeksgebied. Voor een toelichting en verklaring van de termen wordt verwezen naar onderstaande tekst.

Nummer 1110 permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken	**Areaal in studiegebied (ha)** 7211 ha
Instandhoudingsdoelstellingen	Voor een gunstige staat van instandhouding is behoud van de huidige verspreiding en oppervlakte vereist (conform de algemene instandhoudings-doelstelling voor de gehele SBZ Waddenzee).
Kenmerkende soorten	Groot zeegras (*Zostera marina*) *Spisula solida* *Spisula subtruncata* Paling (*Anguila anguila*) Schol (*Pleuronectus platessa*) Bot (*Pleuronectus flesus*)
Huidige staat / trend	Dynamisch evenwicht.
Autonome ontwikkeling	Binnen het huidig dynamisch evenwicht lijken oppervlak en ligging redelijk constant te zijn. Bij snelle stijging van de zeespiegel kunnen er veranderingen optreden.

Nummer 1140 bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten	**Areaal in studiegebied (ha)** 16385 ha
Instandhoudingsdoelstellingen	Voor een gunstige staat van instandhouding is een verspreiding over Noord- en Zuid-Nederland vereist, waarbij de huidige oppervlakte niet afneemt. De typische soorten en structuur en functie van intergetijdenplaten verschillen in verschillende (deel)gebieden. Voor een landelijk gunstige staat van instandhouding moet in tenminste 80 % van de totale oppervlakte van alle (deel)gebieden aan de streefwaarden voor typische soorten en structuur & functie worden voldaan
Kenmerkende soorten	Kokkel (*Cerastoderma edule*) Nonnetje (*Macoma balthica*) Strandgaper (*Mya arenaria*) Wadpier (*Arenicola marina*) Zeeduizendpoot (*Nereis diversicolor*) Schelpkokerworm (*Lanice conchilega*) en Wapenworm (*Scoloplos armiger*)
Huidige staat / trend	Dynamisch evenwicht
Autonome ontwikkeling	Binnen het huidig dynamisch evenwicht lijken oppervlak en ligging redelijk constant te zijn. Bij snelle stijging van de zeespiegel kunnen er veranderingen optreden.

Nummer 1310 eenjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met Zeekraal (Salicornia spp.) en andere zoutminnende soorten	**Areaal in studiegebied (ha)** 60 ha
Instandhoudingsdoelstellingen	Voor een gunstige staat van instandhouding is een verspreiding over het gehele Waddengebied en Zeeuws-Zuid-Hollands estuarium vereist, alsmede tenminste één locatie met het habitattype aan de Hollandse vastelandskust. De landelijke oppervlakte van het habitattype mag niet achteruit gaan, buiten de jaarlijkse natuurlijke fluctuaties. Tenminste 80 % van de typische soorten moet in een gunstige staat

Nummer 1310 eenjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met Zeekraal (Salicornia spp.) en andere zoutminnende soorten	**Areaal in studiegebied (ha)** 60 ha
	van instandhouding verkeren en over tenminste 80 % van de totale oppervlakte dienen de vereiste structuren & functies aanwezig te zijn.
Kenmerkende soorten	Langarige zeekraal (Salicornia procumbens) Kortarige zeekraal (Salicornia europaea) Schorrenkruid (Suaeda maritima) Zeevetmuur (Sagina maritima) Hertshoornweegbree (Plantago coronopus) Deens lepelblad (Cochlearia danica) Dunstaart (Parapholis strigosa)
Huidige staat / trend	Het areaal is constant, maar afhankelijk van onderhoud. De vegetatiestructuur volgt de natuurlijke dynamiek, maar het aantal broedvogels vertoont in het algemeen een neerwaartse trend.
Autonome ontwikkeling	De pionierzone heeft een geringe vegetatie-bedekking van voornamelijk éénjarige planten waardoor er een geringe vastlegging is van sediment. Zeespiegelstijging (door klimaat-verandering en/of inklinking) kan mogelijk niet gecompenseerd worden door versnelde opslibbing

Nummer 1330 atlantische schorren met kweldergrasvegetatie (Glauco-Puccinellietalia maritimae)	**Areaal in studiegebied (ha)** 372 ha
Instandhoudingsdoelstellingen	Voor een gunstige staat van instandhouding is een verspreiding vereist in zowel Zuidwest-Nederland als het Waddengebied. De huidige totale oppervlakte dient gehandhaafd te blijven, evenals de huidige staat van instandhouding van typische soorten.
Kenmerkende soorten	Lamsoor (*Limonium vulgare*) Gewoon kweldergras (Puccinellia maritima) Zulte (Aster tripolium) Gewone zoutmelde (Atriplex portulacoides) Zeealsem (Seriphidium maritimum) Strandkweek (Elytrigia atherica) Schorviltbij (Epeolus tarsalis subsp. rozenburgensis)
Huidige staat / trend	Oppervlak: stabiel. Soorten: gunstig.
Autonome ontwikkeling	Bij ongewijzigd beheer zal het aandeel van soortenarme climax-begroeiingen op de kwelders geleidelijk toenemen en als gevolg de biodiversiteit achteruitgaan.

Soorten Habitatrichtlijn
Zoals in de richtlijnen voor dit MER is aangegeven zijn er voor de SBZ Waddenzee vijf soorten die specifiek relevant zijn op grond van de Habitatrichtlijn:

- Gewone zeehond;
- Grijze zeehond;
- Fint;
- Zeeprik;
- Rivierprik.

Paragraaf 3.3.3 bevat informatie over de Gewone zeehond en de Grijze zeehond. Ook wordt in 3.3.3 aandacht besteed aan soorten die niet beschermd zijn op grond van de

Habitatrichtlijn, maar wel een grote ecologische betekenis hebben: bodemdieren (schelpdieren en wormen) en zeegras.

Vissen (met inbegrip van Fint, Zeeprik en Rivierprik) blijven buiten beschouwing omdat aangenomen mag worden dat gaswinning en de daardoor veroorzaakte bodemdaling geen invloed heeft op het leefgebied en de verblijfsomstandigheden van vissen (zie verder Alterra-rapport paragraaf 2.4.3). Eveneens buiten beschouwing blijven:

- hogere planten, mossen, korstmossen en paddestoelen (zie Alterra-rapport paragraaf 2.4.1);
- ongewervelden (zie Alterra-rapport paragraaf 2.4.2);
- reptielen en amfibieën (zie Alterra-rapport paragraaf 2.4.4);
- in de zoogdierengroep: Noordse Woelmuis, Bruinvis, vleermuizen (zie Alterra-rapport paragraaf 2.4.5).

Soorten Vogelrichtlijn

Voor de Waddenzee als SBZ in het kader van de Vogelrichtlijn zijn de vogelsoorten uit tabel 3.1 relevant. In tabel 3.1 is ook aangegeven welk habitattype de betreffende soorten gebruiken.

Tabel 3.1 Soorten Vogelrichtlijn SBZ Waddenzee.

Soorten	Habitatgebruik	Soortengroep
Dwergstern*	1110; 1310; 1330	Sterns/meeuwen
Grote Stern*	1110; 1140; 1310;1330	
Kleine Mantelmeeuw	1110; 1310; 1330	
Kokmeeuw	1110; 1140; 1310;1330	
Noordse Stern*	1110; 1140; 1310;1330	
Reuzenstern*	1110; 1140; 1310;1330	
Stormmeeuw	1110; 1140; 1310;1330	
Visdief*	1110; 1140; 1310;1330	
Zilvermeeuw	1110; 1140; 1310;1330	
Zwarte Stern*	1110; 1310;1330	
Bergeend	1110; 1140; 1310;1330	Wad/watervogels
Brandgans*	1310; 1330	
Eidereend	1110; 1140; 1170; 1310;1330	
Zilverplevier	1140; 1310;1330	Wadvogels
Bontbekplevier	1140; 1310;1330	
Bonte Strandloper	1140; 1310;1330	
Groenpootruiter	1140; 1170; 1310;1330	
Kanoetstrandloper	1140; 1310;1330	
Kluut*	1140; 1310;1330	
Rosse Grutto*	1140; 1310;1330	
Scholekster	1140; 1170; 1310;1330	
Tureluur	1140; 1170; 1310;1330	
Wulp	1140; 1170; 1310;1330	
Zwarte Ruiter	1140; 1310;1330	
Aalscholver	1110; 1310; 1330	Watervogels
Brilduiker	1110; 1170	
Lepelaar*	1140; 1310;1330	
Middelste Zaagbek	1110; 1170	
Nonnetje *	1110	
Rotgans	1110; 1140; 1310;1330	
Toppereend	1110; 1170	

Het Alterra-rapport bevat zeer uitgebreide informatie over vogels in het studiegebied:

- Naast de Vogelrichtlijnsoorten worden ook gegevens gepresenteerd over een aantal andere soorten.
- Voor alle behandelde soorten worden voor de periode 1975-2004 totale aantallen binnen de gehele SBZ Waddenzee en de aantallen binnen het studiegebied gespecificeerd.
- Er is een aparte analyse gemaakt van broedvogels in de Peazemerlannen (en directe omgeving).
- Er is informatie opgenomen over verspreiding en dieet.

In paragraaf 3.3.3 wordt voor de Vogelrichtlijnsoorten een overzichtstabel (tabel 3.2) gepresenteerd met informatie over aantallen en trends. Enige aanvullende informatie over broedvogels in de Peazemerlannen is opgenomen in 3.3.4. De informatie die

hiermee in hoofdstuk 3 over vogels wordt gepresenteerd, geeft een goed en algemeen beeld en is ook ruim voldoende informatief om als vertrekpunt voor de effectvoorspelling in hoofdstuk 6 te dienen. Voor de veel uitgebreidere informatie over vogels in het studiegebied wordt verwezen naar het Alterra-rapport.

3.3.3 Pinkegat en Zoutkamperlaag

Zeegras

Zeegras is een kenmerkende soort van de Waddenzee en een internationaal beschermde soort (Groot Zeegras wordt genoemd in bijlage IV van de Habitatrichtlijn/bijlage I AmvB). Het totale areaal van zeegras in de Nederlandse Waddenzee (Groot + Klein Zeegras samen) is toegenomen van 13 ha in 1988 tot ruim 360 ha in 2003. Het betreft hier in 2003 totaal ca. 100 ha Klein Zeegras (Zostera noltii) en ca. 260 ha Groot Zeegras (Zostera marina), beide in hun verspreiding beperkt tot intergetijdengebieden. Deze toename is duidelijk significant, maar het gaat dan om vrij dun begroeide zeegrasvegetaties met een gemiddelde bedekking van minder dan 20%. Het geleidelijk herstel van zeegras in de Waddenzee lijkt vooralsnog voornamelijk veroorzaakt te worden door de toename in areaal van het zeegrasveld op de Hond/Paap dat de laatste jaren gemiddeld ca.70% van de totale zeegrasoppervlakte in de Nederlandse Waddenzee voor haar rekening neemt. Er lijkt vooralsnog ook geen evidente toename op te treden in de dichtheid van de zeegrasvegetatie op de diverse locaties, met uitzondering van sommige locaties van begroeiingen van Klein Zeegras langs de Groninger kust.

In het studiegebied komen verspreid kleine hoeveelheden zeegras voor, meestal niet meer dan enkele pollen. In 2003 werd onder Ameland Klein Zeegras aangetroffen voor 200 meter onder de waddijk bij de zinksloot. Groot zeegras werd twee jaar geleden waargenomen nabij de Jachthaven op Schiermonnikoog. Verder is er in 2004 nog een melding binnengekomen van Groot zeegras aan de noordwestkant van het eiland. Klein zeegras op Schiermonnikoog komt voor direct aan de dijk tussen de aanlegsteiger en de jachthaven

De afname van eutrofiëring, een geleidelijke klimaatsverandering (minder strenge winters, meer warme voorjaren) en het afsluiten van gebieden voor schelpdiervisserij hebben vermoedelijk samen bijgedragen tot het beginnend herstel van zeegrassen in de Waddenzee. Bovendien lijkt zaadverspreiding vanuit de huidige groeilocatie van Groot Zeegras op de Hond/Paap goede kansen te bieden voor een verdere uitbreiding van het zeegrasareaal naar andere geschikte locaties in het oostelijk deel van de Nederlandse Waddenzee. Gezien het feit dat deze ontwikkelingen zich ook in de toekomst zullen voortzetten (de kokkelvisserij is met ingang 2005 gestopt) is de verwachting dat het zeegras zich verder zal uitbreiden in de Waddenzee.

Bodemdieren

Huidige situatie en ecologisch belang

Het aantal soorten bodemdieren dat in de Waddenzee voorkomt is relatief laag terwijl de bestanden van die soorten over de jaren grote schommelingen vertonen. Dit hangt nauw samen met de grote variatie in abiotische parameters, die kenmerkend is voor de Waddenzee. In deze veranderlijke leefomgeving kan een relatief klein aantal soorten zich handhaven. Door de variabele leefomgeving en de beperkte onderlinge concurrentie (relatief weinig soorten), kunnen de aantallen waarin de soorten voorkomen soms (zeer) hoog oplopen.

Bodemdieren (schelpdieren en wormen) zijn een zeer belangrijke voedselbron voor vogels. In grote lijnen wordt het voorkomen van bodemdieren bepaald door de abiotische omstandigheden. Belangrijk zijn droogvalduur, dynamiek (golfwerking en stroomsnelheid) en sedimentsamenstelling. Bodemdieren zijn niet alleen afhankelijk van de sedimentsamenstelling, maar hebben daar ook invloed op. Dit geldt vooral voor soorten die:

- verantwoordelijk zijn voor vermenging van de toplaag van het wad (bioturbatie door bijvoorbeeld Wadpier);
- het sediment begrazen en de diatomeeënfilm verwijderen waardoor erosie wordt bevorderd;

- slib en algen uit het water filteren en via het uitscheiden van de afvalstoffen de directe omgeving verrijken met fijn sediment en organisch materiaal.

Indirect beïnvloeden deze soorten ook het voorkomen van andere bodemdieren. Wat dat betreft zijn de soorten die in zulke grote hoeveelheden voorkomen dat ze specifieke ecotopen vormen die weer vestigings- en overlevingsmogelijkheden geven voor andere organismen, nog belangrijker. De meeste van deze soorten vallen binnen de soortengroep schelpdieren.

Verschillende soorten wormen kunnen in hoge dichtheden worden aangetroffen. Tot de meest talrijke soorten behoren draadwormen (een verzamelgroep dunne wormen waartoe Heteromastus filiformis en Eteone longa behoren), de Veelkleurige zeeduizendpoot (Nereis diversicolor), Wapenworm (Scoloplos armiger), Wadpier (Arenicola marina), Zandzager (Nephthys hombergii), Schelpkokerworm (Lanice conchilega) en de Oostzeezager (Marenzelleria vs wireni). Plaatselijk kunnen van de genoemde bodemdiersoorten hoge dichtheden bereiken, in sommige gevallen tot enkele duizenden exemplaren per m². Elke soort heeft een specifieke habitatvoorkeur: Wapenwormen en Wadpieren verkiezen vooral zandige bodems rond de binnendelta's van de grote geulen tussen de eilanden, Nonnetje, Strandgaper en Zweefduizendpoot hebben een voorkeur voor wat slikkiger bodemtypen en zijn vooral te vinden in een strook net buiten de kwelderwerken langs de vastelandskust en in de wat meer slikkige gebieden ten zuiden van Ameland.

Schelpdieren kunnen eveneens in zeer hoge dichtheden voorkomen. De belangrijkste soorten in het studiegebied zijn Mossel, Kokkel, Amerikaanse Zwaardschede, Strandgaper en Nonnetje. De Japanse Oester is sinds enkele jaren sterk in opkomst. Zowel ruimtelijk als temporeel vertonen schelpdieren grote dynamiek. Na een goede broedval komen ze in zeer grote hoeveelheden voor. Na één zware storm of strenge vorst kunnen ze ook weer grotendeels verdwijnen. Zo werd de kokkelpopulatie door de strenge winter van 1996 met 98% gereduceerd. Ook visserij kan zijn tol eisen, en in het verleden zijn grote delen van het bestand regelmatig weggevist. Daarentegen kunnen structuurvormende organismen zoals mosselen en oesters voor een relatieve stabiliteit zorgen omdat ze beter bestand zijn tegen stormen als de banken die ze vormen de kans krijgen zich een aantal jaren te ontwikkelen.

Dichte bestanden van schelpdieren vormen een link tussen het pelagiaal en het benthisch systeem. Ze filteren algen en fijn slib uit het water en faciliteren depositie van dat materiaal door vorming van pseudofaeces. In de wijde omgeving van schelpdierconcentraties is de bodem slikkiger en komen andere en meer bodemdieren voor. Schelpdieren hebben dus een invloed op het wad rondom hen en kleine veranderingen in slibsamenstelling die veroorzaakt worden door externe factoren vallen weg tegen de fluctuaties die veroorzaakt worden door een andere samenstelling of abundantie van de schelpdierfauna. Monitoring van variabelen in het pelagiaal (chlorofyl, algensamenstelling etc) om relaties te leggen met invloeden zoals eutrofiëring en primaire productie is van beperkte waarde als er geen goede informatie is over de hoeveelheid schelpdieren en de hoeveelheid water die ze per tijdseenheid doorpompen in relatie tot de verblijftijd van het water in het betreffende bekken.

Schelpdierconcentraties kunnen biomassa's bevatten tot 1 kg asvrij drooggewicht per m² (10 – 20 kg versgewicht per m²). Gemiddelde waarden voor de platen van de Waddenzee variëren van 30 gram tot 80 gram asvrij drooggewicht per m², en individuele soorten komen zelden boven een paar gram/m².

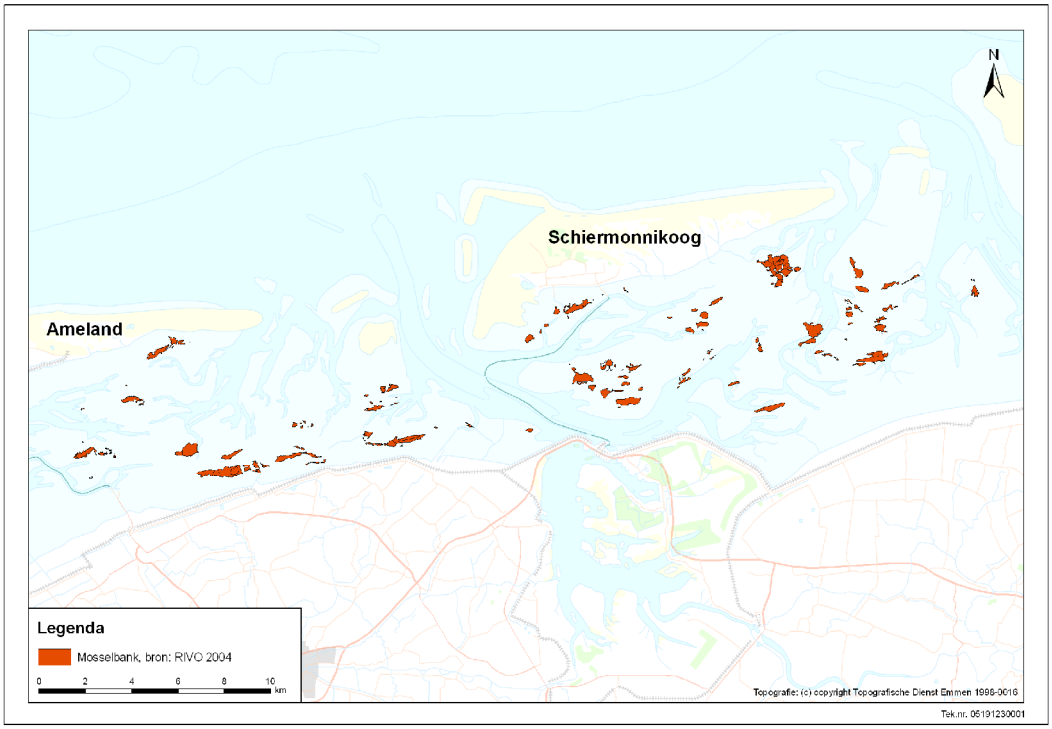
Daarmee is ook duidelijk dat schelpdieren belangrijk kunnen zijn voor het voorkomen en de dichtheid van vogels en de aantallen daarvan in een bepaald deelgebied. Ook de soort schelpdier is daarbij belangrijk. De Amerikaanse Zwaardschede komt vooral bij de laagwaterlijn voor en kan zich zeer snel ingraven. Van die soort lijken vooral juvenielen belangrijk en dan in hoofdzaak voor duikende vogels zoals de Eidereend. De Strandgaper zit diep ingegraven, en van deze soort zijn ook alleen de juvenielen belangrijk als vogelvoedsel. Het nonnetje is vooral belangrijk voor kleine vogels, Mossel en Kokkel daarentegen voor grotere vogels. Als de mossels klein zijn worden ze gegeten

door Zilvermeeuwen, Kanoetstrandlopers en Eidereenden. Grotere mossels zijn vooral interessant voor de Scholekster en wellicht voor de Eidereend.

Mosselbanken vallen eerder droog dan de omgeving. Tussen de mosselen bevinden zich poeltjes met een specifieke fauna, en ook tussen en op de mosselen komen verschillende soorten specifieke fauna voor. Daarop foerageren weer een aantal vogelsoorten (o.a. Wulp, Lepelaar, Zwarte Ruiter, Groenpootruiter, diverse Plevieren). In een studie uit 1991 is aangetoond dat 25% van de in de Waddenzee aanwezige vogels foerageerde op de mosselbanken die slechts 3-4% van het wadoppervlak bedekten.

Met de voorgaande beschouwing is duidelijk geworden dat het zeer moeilijk is om veranderingen in benthische fauna en vogels te relateren aan menselijke activiteiten als te weinig rekening wordt gehouden met de overheersende invloed van schelpdierbestanden en dan vooral mosselen en mosselbanken. Zowel door menselijke activiteiten als natuurlijke processen treden grote fluctuaties op in het voorkomen van deze banken. Daarmee beïnvloeden ze ook de rest van het ecosysteem op verschillende niveaus in de verschillende jaren.

In de loop van de jaren 80 is zwaar gevist op mosselbanken in het studiegebied. Dit resulteerde in het nagenoeg afwezig zijn van mosselbanken begin jaren 90. Sindsdien is herstel opgetreden. Door RIVO worden vanaf 1994 jaarlijks de mosselbanken in kaart gebracht. Een samenvattende rapportage over de periode van 1994-2002 laat zien dat er na het stoppen van mosselzaadvisserij op de droogvallende banken sprake is van herstel. Voor het studiegebied zijn de ingemeten mosselbanken in het voorjaar van 2004 weergegeven in figuur 3.20. Uit de beschikbare informatie blijkt dat het studiegebied zeer geschikt is voor de ontwikkeling van mosselbanken.



Figuur 3.20 Ligging van herstellende mosselbanken in het onderzoeksgebied in voorjaar 2004.

Autonome ontwikkeling

Ten aanzien van de autonome ontwikkeling is het waarschijnlijk dat de mosselbanken zullen toenemen als gevolg van het stoppen van kokkelvisserij. Daarnaast is het aannemelijk dat mosselbanken zich nog niet geheel hersteld hebben van het volledig verdwijnen in de vroege jaren 90, en dat de ontwikkeling qua verspreiding/oppervlak zich nog in een groeifase bevindt. Met het toenemen van mosselbanken is ook een stabielere voedselvoorziening van wadvogels gegarandeerd. Omdat rond mosselbanken door het bezinken van pseudofaeces een rijkere bodemfauna aanwezig is (waarschijnlijk geldt hetzelfde rond kokkelbanken) zal de toegenomen hoeveelheid mosselbanken resulteren in een toename van foerageermogelijkheden voor wadvogels. Of bovenstaande

ontwikkeling ook daadwerkelijk op zal treden is niet geheel zeker vanwege onduidelijkheid omtrent het toekomstige schelpdiervisserijbeleid. De brief van de Minister aan de Kamer geeft aan dat er een mogelijkheid is dat in de toekomst droogvallende mosselbanken beheerst bevist worden, en dat mosselbanken die geacht worden onstabiel te zijn geheel weggevist kunnen worden.

Een andere onzekerheid ten aanzien van de ontwikkeling van habitats door schelpieren vormt de Japanse Oester. Deze soort breidt zich explosief uit. Op sommige plekken ontwikkelen ze zich tot riffen op een ondergrond van zand en schelplagen, op andere plekken nemen ze mosselbanken over. In hoeverre ze door directe voedselconcurrentie, wegfilteren van larven of fysieke verdringing mossel- en kokkelbanken zullen beconcurreren is niet te voorspellen. Indien de Japanse Oester mossel- en kokkelbanken verdringt, bestaat er een grote kans dat er voor de wadvogels minder voedsel beschikbaar komt, omdat de oester geen geschikte prooi vormt.

Een andere exoot die zich zich sterk uitbreidt is de Amerikaanse Zwaardschede (Ensis sp.). Ook daardoor kan op gegeven moment sprake zijn van voedselconcurrentie met mossel- en/of kokkelbanken. Hierbij speelt tevens mee dat de beschikbare hoeveelheid algen kan afnemen door de beleidsgestuurde vermindering van eutrofiëring. In hoeverre voedsel limiterend is voor ontwikkeling van schelpdierpopulaties, of dat factoren zoals broedval, predatie, stormen en sedimentstabiliteit de echte key-factoren zijn, is niet bekend. Het is daarom onmogelijk voorspellingen te doen over de ontwikkeling van schelpdierbestanden en het effect dat ze hebben op de morfologie van het wad.

Zoals hierboven is aangegeven is het aannemelijk dat bestanden van bodemdieren toenemen als mossel- en kokkelbanken toenemen. Dit geldt vooral voor depositfeeders die profiteren van pseudofaeces van schelpdieren. Over de effecten van eutrofiëringbestrijding kan geen uitspraak worden gedaan omdat zoals hierboven al is aangegeven niet bekend is in hoeverre voedsel limiterend is. Het is onmogelijk om voorspellingen te doen over de autonome ontwikkeling wat betreft dit aspect.

Vogels

Tabel 3.2 geeft voor de Vogelrichtlijnsoorten de aantallen en trends weer.

Tabel 3.2 Trends van vogelaantallen in het studiegebied. Afkortingen: Corr, Correlatie tussen studiegebied en rest van de Waddenzee; Trend, is de trend positief of negatief; p, waarschijnlijkheidswaarde van de regressie; ns, niet significant (p > 0.05).

Soort	Corr	Trend	p	Aantallen
Vogels volgens het toetsingskader Vogelrichtlijngebieden Waddenzee				
Aalscholver	0.96	+	<0.0001	81
Bergeend	0.70	-	ns	9289
Bontbekplevier	0.78	+	ns	315
Bonte Strandloper	0.61	+	ns	40117
Brilduiker	0.69	-	0.0200	0
Groenpootruiter	0.84	+	ns	678
Kanoet	0.69	+	0.0003	5350
Kluut	0.77	-	ns	1512
Kokmeeuw	0.90	+	0.0040	15219
Middelste Zaagbek	0.96	-	ns	27
Nonnetje	0.36	+	0.0490	1
Rosse Grutto	0.47	+	ns	7122
Scholekster	0.91	-	0.0123	65822
Stormmeeuw	0.80	+	0.0001	7413
Topper	-0.01	+	ns	
Tureluur	0.75	-	0.0400	4634
Wulp	0.92	+	0.0001	24853
Zilvermeeuw	0.90	-	ns	10214
Zilverplevier	0.89	+	0.0001	5844

Soort	Corr	Trend	p	Aantallen
Zwarte Ruiter	0.71	+	0.0002	248
Extra soorten n.a.v. 1% norm				
Drieteenstrandloper	0.70	+	ns	355
Goudplevier	0.69	+	0.0060	2733
Grote Mantelmeeuw	0.42	+	0.0200	256
Grutto	0.58	+	ns	57
Krakeend	0.75	+	0.0400	
Pijlstaart	0.70	-	ns	1521
Slobeend	0.80	+	0.0040	60
Smient	0.77	+	ns	6676
Steenloper	0.79	-	ns	622
Strandplevier	0.91	-	<0.0001	7
Wilde Eend	0.82	+	0.0200	7332
Wintertaling	0.82	-		458

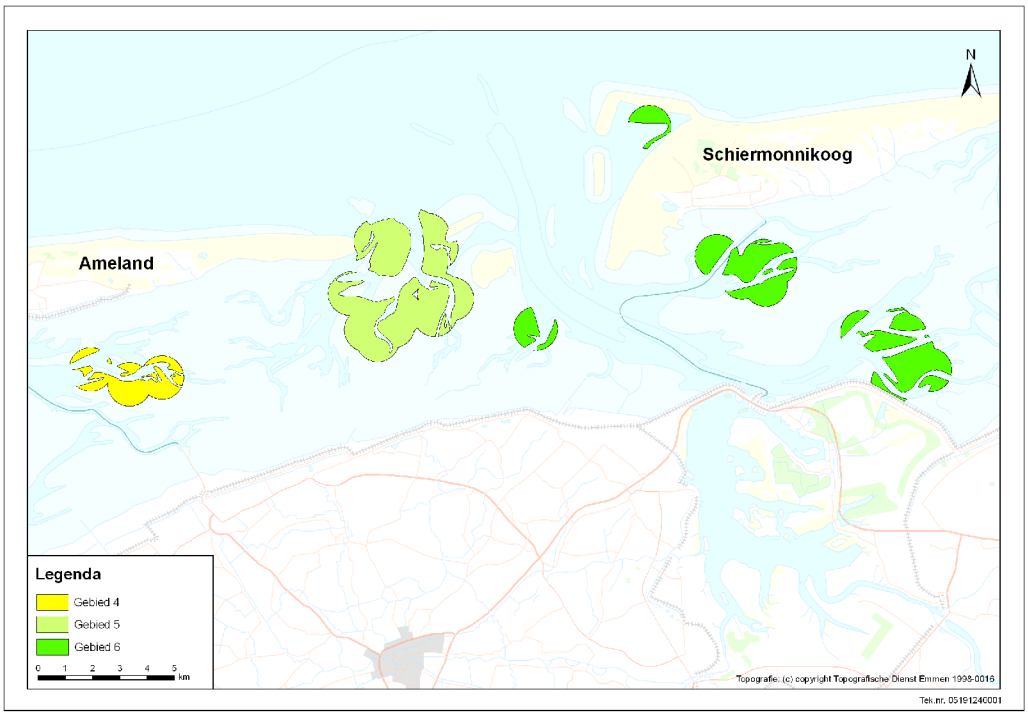
Op basis van de aantalsontwikkelingen is voor de Vogelrichtlijnsoorten wel een trend aan te geven (tabel 3.2), maar de ontwikkeling in de komende jaren/decennia van de vogeldichtheden in het studiegebied laat zich moeilijk voorspellen. Dit hangt samen met de grote variatie in abiotische variabelen én voedsel in de vorm van bodemdieren. De geconstateerde af- en toenames in een aantal soorten hebben geen eenduidige verklaring hoewel veranderingen in de beschikbaarheid en verspreiding van prooidieren een rol lijkt te spelen, al dan niet veroorzaakt door de schelpdiervisserij. Een deel van de wadvogels is afhankelijk van schelpdieren en aangezien de kokkelvisserij in 2005 gestopt is, is het mogelijk dat de vogels die kokkels eten hiervan kunnen profiteren als de kokkeldichtheden in de Waddenzee toenemen.

De mogelijke effecten van klimaatverandering zijn vooralsnog eveneens moeilijk te voorspellen. Verdere opwarming van de aarde zal op termijn leiden tot een verkleining van de hoogarctische, schaars begroeide broedgebieden van verschillende wadvogelsoorten (o.a. Rotgans, Bontbekplevier, Steenloper, Kanoet, Zilverplevier, Krombekstrandloper) wat mogelijk leidt tot een vermindering van de populatiegroottes van deze soorten. Klimaatveranderingen kunnen ook effect hebben op de beschikbaarheid van voedsel in deze gebieden en op de populatieontwikkelingen van plaatselijk aanwezige predatoren (o.a. Poolvossen). Het complex van de mogelijk optredende veranderingen en het uiteindelijk effect hiervan op de populatiedynamica van de ter plaatse aanwezige steltlopers zijn vooralsnog niet goed in te schatten. Of andere soorten, in aangrenzende gebieden, kunnen profiteren van een areaaluitbreiding van hun broedgebied is evenzeer nog maar de vraag.

Ook is niet duidelijk welke effecten veranderingen in de Waddenzee zullen hebben op het voorkomen van voor het gebied belangrijke soorten. Hogere temperaturen van de Noordzee- en Waddenzeewater blijken grote effecten te hebben op de overleving van larven van o.a. het Nonnetje. Ook de toename van de garnaal (een belangrijke predator van larven van schelpdieren) wordt met warmer zeewater in verband gebracht. Dergelijke ontwikkelingen kunnen grote, maar nog moeilijk te voorspellen effecten op het Waddenzee-ecosysteem hebben.

Zeehonden

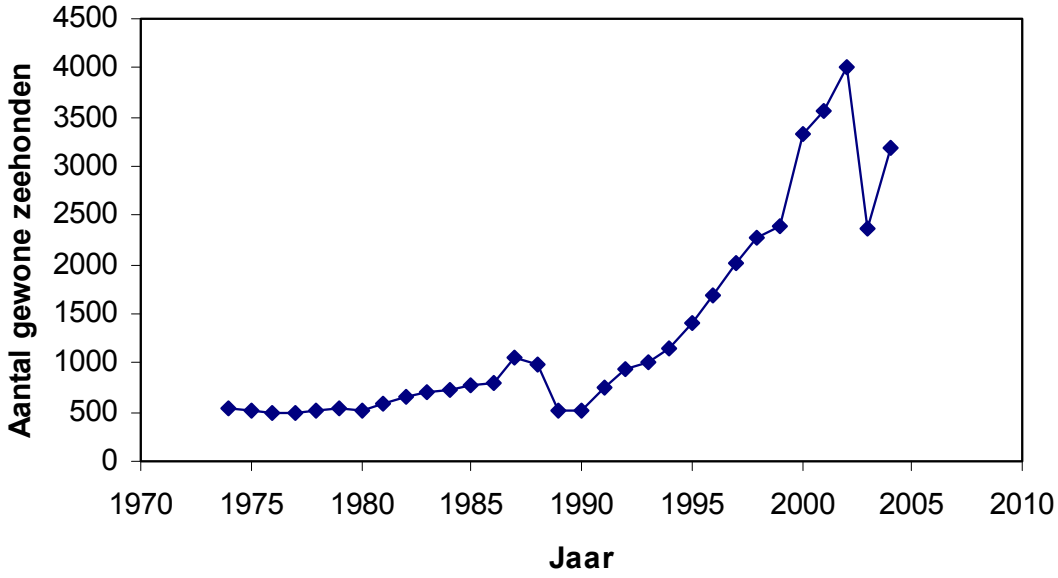
De ontwikkelingen van de populaties Gewone zeehonden (Phoca vitulina) en Grijze zeehonden (Halichoerus grypus) worden gevolgd door jaarlijkse tellingen uit te voeren vanuit de lucht van het aantal zeehonden dat bij laagwater op de zandbanken komt. Op die manier worden naast de aantallen dieren ook het aantal jongen geteld en worden de locaties van de ligplaatsen vastgelegd (figuur 3.21). Daarmee zijn trendanalyses uit te voeren en kan worden aangegeven of er verschuivingen in de verspreiding van de populatie optreden.



Figuur 3.21 Waargenomen ligplaatsen van gewone zeehonden gedurende de periode 1989-2004. Gebruikte gegevens voor het aandachtsgebied zijn gebaseerd op deze gebieden.

Historische ontwikkeling en huidige situatie

De aantalsontwikkelingen en voorkomen van Gewone zeehonden in het studiegebied wordt weergegeven in de context van de ontwikkelingen en verspreiding van zeehonden in de rest van het Nederlandse waddengebied. Vanaf 1974 worden regelmatig een aantal tellingen per jaar uitgevoerd, zowel in de werpperiode als tijdens de verharingsperiode. De tellingen uit de eerste periode (juni, begin juli) leveren informatie over de jongenproductie, de tellingen in de verharingsperiode (augustus) leveren de hoogste totaalaantallen. Die laatste informatie wordt gebruikt om ontwikkelingen in de jaren te analyseren. Figuur 3.22 geeft de ontwikkeling van het aantal getelde Gewone zeehonden in de Nederlandse Waddenzee weer voor de periode 1974-2004. In deze periode is twee keer een virusepidemie uitgebroken, in 1988 en in 2002. In 1988 is bijna 60% van de gehele toenmalige populatie gestorven, in 2002 ongeveer 50%. De zeehondenpopulatie heeft zich na 1988 enorm snel hersteld met een jaarlijkse gemiddelde groei van bijna 18 %. Ook na 2002 lijkt het herstel weer voorspoedig te zijn.



Figuur 3.22 Geschat aantal gewone zeehonden in het Nederlandse deel van de Waddenzee.

Grijze zeehonden waren in het verleden ook aanwezig in de Waddenzee maar zijn waarschijnlijk in het eind van de 16e eeuw uitgestorven vanwege de jacht die op deze soort in het waddengebied werd gemaakt. Sinds 1980 is de Grijze zeehond langzaam maar zeker teruggekeerd in de Nederlandse Waddenzee, waarschijnlijk als gevolg van immigratie vanuit de dichtstbijzijnde kolonies op de Farne Islands. Sinds 1985 worden er op de Richel, een hoge zandplaat tussen Vlieland en Terschelling, ook jongen geboren. Anno 2003 zijn er weer minimaal 1050 grijze zeehonden aanwezig, verspreid over verschillende ligplaatsen in het westelijk deel van de Waddenzee. De Grijze zeehond wordt incidenteel waargenomen in het studiegebied, maar heeft er geen vaste ligplaatsen.

De bijdrage van de aantallen zeehonden en de geboortes in het studiegebied aan de totale Nederlandse populatie is berekend voor drie tijdstippen: midden zeventiger jaren, het jaar voor de eerste epidemie en het jaar voor de tweede epidemie. De resultaten staan in **tabel 3.3**

Tabel 3.3 Aantallen zeehonden in Waddenzee en studiegebied.

Jaar/ Periode	Waddenzee totaal aantal	Waddenzee aantal pups	Studiegebied % dieren van totaal	Studiegebied % pups van alle pups
1975-1977	476	59	13	6
1987	1041	154	14	6
2001	3565	769	17	20

Afgezien van de sterke groei in de periode tussen 1975 en 2001, kan worden geconcludeerd dat het studiegebied thans een hogere relatieve bijdrage aan de totaalpopulatie levert na de eerste virusuitbraak in 1988. Dat geldt voor zowel het totale aantal dieren als voor de pups. Dit beeld past in de ontwikkelingen als we de gehele Nederlandse Waddenzee beschouwen. In het algemeen werden voor 1988 de meeste dieren aangetroffen in het oostelijk deel van de Waddenzee (met het wantij van Schiermonnikoog als grens), en ook het merendeel van de jongen werd daar geboren. Nadien zijn de aantallen zeehonden en ook het aantal geboortes vooral in de westelijke Waddenzee het sterkste toegenomen. Kortom, het studiegebied heeft een belangrijke functie voor de instandhouding van de populatie Gewone zeehonden in de Nederlandse Waddenzee.

Autonome ontwikkeling
Gezien de huidige ontwikkeling van de zeehondenpopulaties (zowel Gewone als Grijze zeehonden) is het aannemelijk dat de exponentiële groei nog enige tijd continueert. De aantallen Gewone zeehonden zullen toenemen tot een verwacht maximum van zo'n 15.000 dieren hoewel de nauwkeurigheid van deze verwachting gering is. Dit zou in ieder

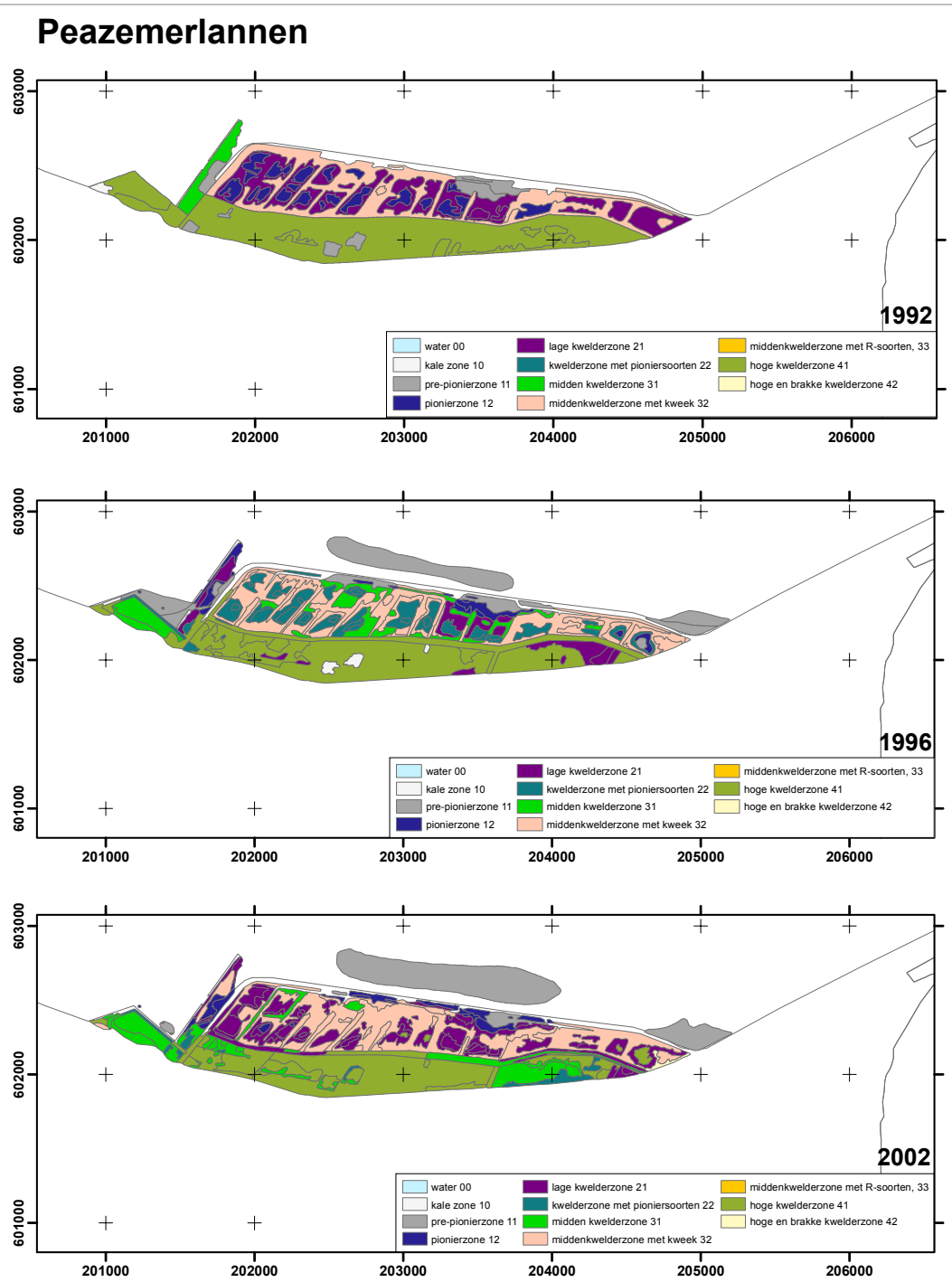
geval betekenen dat het belang van de droogvallende platen in de Waddenzee groter zal worden. Een plafond voor Grijze zeehonden is niet aan te geven.

3.3.4 Kwelders

Vegetatieontwikkeling

Door Rijkswaterstaat AGI (voorheen Meetkundige Dienst) zijn in 1992, 1996 en 2002 vegetatiekarteringen verricht van de Friese en Groninger vastelandkust. Op basis daarvan heeft Alterra voor de kwelders bij 't Schoor en Wierum en voor de Peazemerlannen zogenoemde zoneringskaarten gemaakt die laten zien hoe de vegetatie zich in de periode 1992-2002 heeft ontwikkeld. Specifiek voor de Peazemerlannen zijn ook aanvullende gegevens beschikbaar via de vegetatie-opnamen die sinds 1996 gemaakt zijn in kwadraten van 2x2 meter rond de dertig SEB-meetpunten in het gebied.

Op de zoneringskaarten van 1992, 1996 en 2002 van de Peazemerlannen (figuur 3.23) is direct een ruimtelijke structuur van oeverwallen en kommen zichtbaar. Als gevolg van het ontbreken van beweiding vindt er een snelle autonome successie naar een climax-vegetatie plaats. Strandkweek op de oeverwallen dringt steeds verder de kommen binnen, een proces dat 'veroudering' wordt genoemd en dat gepaard gaat met een afname van de biodiversiteit. De pionierzone in de kommen maakt plaats voor de vegetatie van de lage kwelder. De ijl begroeide pioniervegetatie achter de doorbraak in de zomerpolder maakt plaats voor de dichter begroeide pionierzone en lage kwelder.



Figuur 3.23 Zoneringskaart vegetatie de Peazemerlannen.

De vegetatie-opnamen bij de SEB-meetpunten geven hetzelfde beeld te zien. In de afgelopen tien jaar heeft zich bij een groot aantal meetpunten een snelle successie voorgedaan van Gewoon Kweldergras naar Strandkweek. Alleen in de lager gelegen en/of nattere gebiedjes weet Kweldergras zich nog wel te handhaven, in het westelijke deel mogelijk ook geholpen door de onbedoelde beweiding door schapen.

De kleinere kwelders (’t Schoor en Wierum) vertonen meer variatie in de tijd (vooral in de pre-pionierzone) dan de Peazemerlannen: ze lijken minder stabiel te zijn. Los daarvan is het ontwikkelingspatroon overeenkomstig.

Voor de kwelders bij ‘t Schoor, Wierum en de Peazemerlannen samen, geldt daarmee dat ze over de periode 1992-2002 een natuurlijke ontwikkeling vertonen waarbij vegetatie

die kenmerkend is voor de pionierzone plaatsmaakt voor soorten van de lage kwelder. Hogerop de kwelder vindt er een autonome successie naar een climax-vegetatie gedomineerd door Strandkweek plaats, mede versneld indien beweiding ontbreekt.

Broedvogels

Van de Vogelrichtlijnsoorten die zijn opgesomd in tabel 3.1 zijn er een aantal die het studiegebied (met name de kwelders) als broedgebied gebruiken. Uitgebreide informatie over broedvogels in het studiegebied is te vinden in paragraaf 3.1.3 van het Alterra-rapport. Tabel 3.4 bevat de cijfermatige gegevens over de periode 1998-2004 en geeft ook per soort de trend weer.

Tabel 3.4 Aantal broedparen in het studiegebied geteld in het Broedvogel Monitoringproject (BMP) en gesorteerd op totaal aantal. 2001 is niet representatief omdat er door de MKZ-crisis niet geteld kon worden. Bovenschrift Rode lijst soorten: e, ernstig bedreigd; b, bedreigd; k, kwetsbaar; g, gevoelig. Trend geeft aan of een soort significant toeneemt (+), afneemt (-), niet veranderd is (0) of indien niet ingevuld, er niet genoeg gegevens waren.

SOORT	Trend	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Vogels volgens het toetsingskader Vogelrichtlijngebieden Waddenzee								
Kokmeeuw	-	1386	1614	962	9	109	86	13
Scholekster	-	505	499	490	410	413	383	268
Tureluur[g]	-	174	213	219	147	182	143	109
Kluut	-	162	317	186	36	217	114	68
Noordse Stern	-	225	120	17	3	7	15	17
Visdief[k]	-	64	47	49	4	8	11	4
Bergeend	0	18	14	33	18	24	30	14
Bontbekplevier[k]	-	19	17	9	9	10	8	6
Eidereend	0	2	13	4		3	4	2
Brandgans					1		3	
Wulp		2						
Stormmeeuw		1						
Zilvermeeuw		1						

De geconstateerde aantalsveranderingen in de broedvogels (tabel 3.4) kunnen als indicatief beschouwd worden voor de opgetreden veranderingen in het studiegebied. Alleen soorten als Kievit, Grutto, Bergeend en Meerkoet vertonen geen duidelijke trend. Andere soorten gaan in aantal achteruit. Dit geldt zowel voor koloniebroeders (Kokmeeuw, Kluut, Noordse Stern, Visdief) als voor solitaire broedende soorten (Scholekster, Tureluur, Graspieper, Wilde Eend, Gele Kwikstaart, Kuifeend, Veldleeuwerik, Krakeend, Slobeend, Bontbekplevier, Witte Kwikstaart en nog een reeks soorten die in kleine aantallen op de kwelders broeden).

Er zijn geen aanwijzingen dat bodemdaling bij de geconstateerde achteruitgang een rol heeft gespeeld. In verschillende andere delen van de vastelandskust van de Waddenzee, buiten het aandachtsgebied, worden vergelijkbare trends waargenomen. In de broedgebieden van alle genoemde soorten zijn bovendien geen duidelijke veranderingen in de maaiveldhoogte geconstateerd. Mogelijk speelt de toename van predatoren, waaronder de Vos, een rol in de geconstateerde negatieve ontwikkeling. Overigens treedt, door het ontbreken van voldoende begrazing, op de hogere delen van de kwelders een toenemende verruiging op door uitbreiding van Strandkweek. Een dergelijke verruiging kan tot gevolg hebben dat minder geschikt broedgebied beschikbaar is voor soorten die een voorkeur hebben voor een gevarieerde vegetatie.

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. Het is zelfs mogelijk dat het tegengaan van de verdere verruiging van de vegetatie gunstige gevolgen zal hebben voor de broedvogels.

3.3.5 Resumé biotische autonome ontwikkeling

Zeegras

- De verspreid in het studiegebied voorkomende zeegraslocaties vertonen evenals elders in de Waddenzee een beginnend herstel, waarschijnlijk als gevolg van de afname in eutrofiëring, de geleidelijke klimaatverandering en het afsluiten van gebieden voor de kokkelvisserij.

- Zaadverspreiding vanuit de huidige groeilocatie van Groot Zeegras op de HondPaap biedt goede kansen voor een verdere uitbreiding van het zeegrasareaal naar andere geschikte locaties in het oostelijk deel van de Nederlandse Waddenzee.

Bodemdieren

- Door beëindiging van de kokkelvisserij en het herstel van de bevissing in de vroege jaren 90 zullen mossel- en kokkelbanken stabiliseren of verder toenemen.
- Toename van het areaal mossel- en kokkelbanken zal ook de bestanden van andere bodemdieren (wormen en depositfeeders) ten goede komen.
- De ontwikkelingen rond exoten als de Japanse Oester en de Amerikaanse Zwaardschede zijn onduidelijk, maar de soorten kunnen de ontwikkeling van habitats gevormd door schelpdieren en de vestiging van bodemdieren via fysieke concurrentie of predatie van larven, beïnvloeden.
- Het is niet mogelijk om voorspellingen te doen over de autonome ontwikkeling van schelpdierbestanden, omdat onduidelijk is of en in hoeverre de ontwikkeling ervan wordt gelimiteerd door voedsel, broedval, predatie, stormen en sedimentstabiliteit.

Vogels

- De autonome ontwikkeling van vogeldichtheden in het studiegebied is moeilijk te voorspellen. Het complex van de mogelijk optredende veranderingen en het uiteindelijk effect hiervan op de populatiedynamica van de ter plaatse aanwezige steltlopers zijn vooralsnog niet goed in te schatten.
- Veranderingen in de beschikbaarheid en verspreiding van prooidieren al dan niet veroorzaakt door de schelpdiervisserij spelen een belangrijke rol in de geconstateerde af- en toenames van een aantal soorten maar vormen geen eenduidige verklaring.
- Niet duidelijk is welke effecten veranderingen in de Waddenzee als hogere watertemperatuur zullen hebben op het voorkomen van voor het gebied belangrijke vogelsoorten en prooidieren van vogels als het nonnetje en de garnaal.
- Aangezien de kokkelvisserij in 2005 gestopt is en een deel van de wadvogels afhankelijk is van schelpdieren, is het mogelijk dat de vogels die kokkels in hun dieet hebben hiervan profiteren.
- Opwarming van de aarde zal op termijn leiden tot een verkleining van de hoogarctische, schaars begroeide broedgebieden van verschillende wadvogelsoorten (o.a. Rotgans, Bontbekplevier, Steenloper, Kanoet, Zilverplevier, Krombekstrandloper) wat mogelijk leidt tot een vermindering van de populatiegroottes van deze soorten.
- Voor de broedvogels geldt dat bijna alle soorten in het studiegebied, met uitzondering van de Bergeend, een neerwaartse trend tonen. De oorzaken voor de geobserveerde dalingen zijn onduidelijk.

Zeehonden

- Het studiegebied levert een hogere relatieve bijdrage aan de totaalpopulatie van de Gewone zeehond sinds de eerste virusuitbraak in 1988.
- Het studiegebied heeft een belangrijke functie voor de instandhouding van de populatie Gewone zeehonden in de Nederlandse Waddenzee.
- De exponentiële groei van de zeehondenpopulaties (zowel Gewone zeehond als Grijze zeehond) zal naar verwachting nog enige tijd continueren.
- Voor Gewone zeehonden wordt een plafond verwacht rond de 15000 dieren met als gevolg dat het benodigde oppervlak aan droogvallende platen in de Waddenzee groter zal worden.
- De Grijze zeehond wordt incidenteel waargenomen in het studiegebied, maar heeft er geen vaste ligplaatsen. Een plafond voor Grijze zeehonden is niet aan te geven.

Vegetatieontwikkeling kwelders

- De vegetatie van de kwelders bij ‘t Schoor, Wierum en de Peazemerlannen vertoont over de periode 1992-2002 een natuurlijke ontwikkeling waarbij vegetatie die kenmerkend is voor de pionierzone van de kommen plaats maakt voor soorten van de lage kwelder.
- Hogerop de kwelder vindt er een autonome successie naar een climax-vegetatie gedomineerd door Strandkweek plaats, mede versneld indien beweiding ontbreekt.

- De kleinere kwelders (’t Schoor en Wierum) vertonen meer variatie in de tijd (vooral in de pre-pionierzone) dan de grotere (Peazemerlannen). Ze lijken minder stabiel te zijn.

3.4 Zandsuppleties

Als gevolg van zeespiegelstijging is er in de Waddenzee al eeuwenlang sprake van een structurele zandhonger. Het zand dat nodig is om dit te compenseren komt al sinds het ontstaan van de Waddenzee uit de Noordzeekustzone. De kust van de Waddeneilanden is hierdoor in de loop van 6000 jaar 6-15 km teruggeschreden. Sinds 1991 (Eerst Kustnota, zie hieronder) is het beleid erop gericht de gehele Nederlandse kustlijn – en dus ook de kustlijn van de Waddeneilanden – te handhaven op de positie waar deze zich in 1990 bevond. Daartoe zijn zandsuppleties noodzakelijk.

De relevantie van deze zandsuppleties voor dit MER schuilt hierin dat bodemdaling door gaswinning tijdelijk de zandhonger van de Waddenzee vergroot, en het daarom gedurende de winningsperiode in principe noodzakelijk kan zijn de zandsuppleties te intensiveren. De richtlijnen voor dit MER geven in dit verband aan: “Presenteer in het MER […] een beschouwing hoe men zich de extra suppletie van zand ter compensatie van de bodemdaling voorstelt en hoeveel extra suppletiezand nodig is om de bodemdaling te compenseren.” De gevraagde beschouwing is opgenomen in het hoofdstuk over de effecten (**hoofdstuk 6**). Als basis voor deze beschouwing volgt hieronder een korte beschrijving van het beleid inzake suppletie en de uitvoering daarvan; tot nu toe, en in de komende jaren bij de autonome ontwikkeling. Het accent ligt daarbij op wat de zandsuppleties betekenen voor de Noordzeekustzone. Dat zandsuppleties aldaar de sedimentsamenstelling (korrelgrootte, slibgehalte) in de Waddenzee niet beïnvloeden, is al uiteengezet in **paragraaf 3.2.1**.

Beleid
Langs de gehele Nederlandse kust zijn door de jaren heen verschillende technieken toegepast om kustachteruitgang tegen te gaan, bijvoorbeeld harde ingrepen zoals de aanleg van strandhoofden, bestortingen, duinvoetverdedigingen en dijken. Vanaf de jaren ’70 zijn ook strandsuppleties steeds vaker en grootschaliger ingezet om kusterosie te voorkomen of te herstellen. Tot aan het begin van de jaren ’90 was er echter geen landelijk geldend kustbeleid, en werd lokaal en per geval beoordeeld wat de meest geschikte maatregel was. [**ref. 3.8**]

In 1991 verscheen de Eerste Kustnota. Die heeft als doelstelling de Nederlandse kust ‘dynamisch te handhaven’. De kustlijn mag zich hierbij niet verder landwaarts verplaatsen dan de kustlijnpositie van 1990: de Basiskustlijn. In de Derde Kustnota (2000) is hier als tweede doelstelling aan toegevoegd de totale zandvoorraad van de gehele Nederlandse kust in stand te houden.

De dynamiek van de handhaving van de kustlijnpositie houdt in dat natuurlijke mechanismen (water en wind) voor het transport van sediment zo veel mogelijk intact blijven. De belangrijkste uitvoeringsmaatregelen zijn zandsuppleties op plaatsen waar structurele erosie plaatsvindt. Tot 1993 werden er uitsluitend strandsuppleties toegepast. In 1993 is de eerste grootschalige onderwatersuppletie uitgevoerd bij Terschelling. Sinds eind jaren ’90 is het streven om bij voorkeur onderwatersuppleties uit te voeren. Voordelen van onderwatersuppleties zijn dat deze minder overlast op het strand geven, geringere uitvoeringsrisico’s hebben en de prijs per kubieke meter zand lager is, ook wanneer daarbij wordt meegerekend dat er bij onderwatersuppleties een ongeveer twee keer zo groot volume moet worden aangebracht als bij strandsuppleties. De lagere prijs van onderwatersuppleties (2 euro per kuub, versus 6 euro per kuub bij strandsuppleties) betekent ook dat de doelstelling om de zandvoorraad van de Nederlandse kust in stand te houden, op een goedkopere manier bereikt wordt. Strandsuppleties worden op dit moment alleen nog uitgevoerd op de koppen van de eiland en daar waar economische belangen in geding zijn.

Uitvoering in de praktijk
Zowel het aantal als het volume van strandsuppleties is in de afgelopen jaren duidelijk afgenomen, terwijl onderwatersuppleties zijn geïntensiveerd. Bij een onderwatersuppletie

draagt circa 50% van het aangebrachte zandvolume daadwerkelijk bij aan handhaving of lokaal herstel van de Basiskustlijn, de andere helft komt ten goede aan de zandbalans van het kustsysteem als geheel en dient als voeding voor de Waddenzee. Het winnen van zand voor kustsuppleties is vergunningplichtig. De kustsuppleties zelf worden uitgevoerd als beheersmaatregel in het kader van de Wet op de waterkering en zijn niet vergunningplichtig en evenmin m.e.r.-plichtig [ref. 3.6].

Sinds 2001 wordt jaarlijks langs de gehele Nederlandse kust in totaal circa 12 miljoen m³ zand gesuppleerd: 2/3 op de Hollandse kust, 1/3 op de Waddenkust, met name bij/op Texel en in minder mate bij/op Ameland. Om te bepalen waar suppletie noodzakelijk is, en hoeveel, voert Rijkswaterstaat:

- jaarlijkse metingen uit van de kustzone door middel van lodingen met meetschepen tot een waterdiepte van circa NAP –6m;
- tweejaarlijkse metingen uit van het strand en de zeereep (de eerste duinenrij) vanuit een vliegtuig.

De meetgegevens worden getoetst aan de Basiskustlijn. Op basis daarvan stelt Rijkswaterstaat jaarlijks een kustsuppletieprogramma vast, dat in het daaropvolgende jaar wordt uitgevoerd. In het geval van een onderwatersuppletie – die in de praktijk gemiddeld 4,5 maand duurt – worden direct voorafgaand, tijdens en meteen na afronding van de suppletie detailopnamen gemaakt. Na twee jaar en na vier jaar volgen opnieuw detailopnamen van het betreffende suppletievak om de effectiviteit van de suppletie vast te stellen.
Daarnaast wordt gewerkt aan grotere plannen voor de toekomst tot 2020 waarbij kustprovincies de opdracht hebben om voorjaar 2006 de eerste fase van hun planstudies af te ronden (Zoutkrant, december 2005).

Suppleties Ameland
Omdat er elk jaar een nieuw programma voor kustsuppleties wordt vastgesteld, is het niet mogelijk op voorhand aan te geven hoe vaak, hoeveel en waar precies er in de komende jaren suppleties gaan plaatsvinden in het deel van de Noordzeekustzone ter hoogte van het Friesche Zeegat tussen Ameland en Schiermonnikoog. Sinds 1990 zijn er in dit gebied vijf suppleties uitgevoerd, alle bij de Noordzeekust van Ameland. Tot nu toe is er nog nooit een suppletie uitgevoerd op het strand of de vooroever van Schiermonnikoog. De stellige verwachting is dat dit op korte termijn ook nog niet noodzakelijk zal zijn.

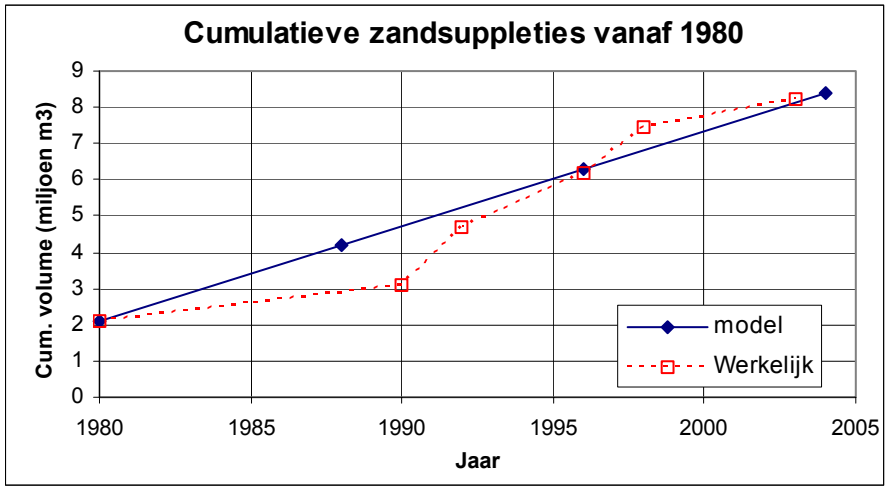
In tabel 3.5 is het aangebrachte volume van de Amelandse suppleties sinds 1990 gespecificeerd. In 2004 en 2005 zijn geen suppleties op de Noordzeekust van Ameland uitgevoerd. De tweede kolom van de tabel laat het cumulatieve volume zien en de derde kolom het cumulatief effectieve volume. Dit laatste wil zeggen: het volume dat in totaal sinds 1990 is aangebracht voor zover dit direct aan de handhaving van de Basiskustlijn ten goede komt.

Tabel 3.3 kustsuppleties Noordzeekust Ameland 1990-2003 [ontleend aan ref. 3.4, p18].

Jaar	Volume (miljoen m³)	Cumulatief volume (miljoen m³)	Cumulatief effectief volume (miljoen m³)	Plaats
1990	1,0	1,0	1,0	zeereep
1992	1,6	2,6	2,6	strand: herstel Basiskustlijn
1996	1,5	4,1	4,1	strand: handhaven Basiskustlijn
1998	2,5	6,6	5,35	vooroever NAP –6m (50% effectief)
2003	1,5	8,1	6,1	vooroever NAP –6m (50% effectief)

Bij de berekening van hoeveel er sinds 1990 gemiddeld per jaar op Ameland gesuppleerd wordt, hangt het er vanaf (1) of de jaren 2004 en 2005 wel of niet meegeteld worden en (2) of de onderwatersuppleties uit 1998 en 2003 in hun geheel worden meegenomen, of slechts voor die 50% die effectief is voor de handhaving van de Basiskustlijn. Het berekende gemiddelde loopt dan uiteen tussen:

- maximaal 0,58 miljoen m³/jaar: het totale volume van 8,1 miljoen m³ gedeeld door 14 kalenderjaren tussen 1990-2003 (zie ook figuur 3.24);
- minimaal 0,38 miljoen m³/jaar: het cumulatief effectieve volume van 6,1 miljoen m³ gedeeld door 16 kalenderjaren tussen 1990-2005.



Figuur 3.24 Cumulatief overzicht van zandsuppleties op de kust van Ameland. Voorspelling dateert uit 1980 (zonder bodemdaling). Aangegeven is de voorspelling en de werkelijk gesuppleerde hoeveelheden (uit rapport Monitoring Bodemdaling Ameland, 2005).

Het gemiddelde tussen dit maximum en minimum – circa 0,5 miljoen m³/jaar – geeft aan in welke orde van grootte men zich de zandsuppleties ter hoogte van het Friese Zeegat moet voorstellen in de huidige situatie. Voor de autonome ontwikkeling, met inbegrip van de nog resterende bodemdaling door de Amelandwinning en onder de aanname dat de zeespiegelstijging voorlopig haar huidige snelheid van 2,0 mm/jaar aanhoudt, kan eveneens van een jaarlijks volume van rond de 0,5 miljoen m³ uitgegaan worden. Daarmee is dit globale gemiddelde tevens een bruikbaar vertrekpunt om de zandvraag op de Noordzeekustzone door de nieuwe winningen in perspectief te plaatsen. Zie hiervoor paragraaf 6.2.6.

Trekt de snelheid van zeespiegelstijging aan, dan zal dit op termijn zichtbaar worden in de jaarlijkse metingen die Rijkswaterstaat uitvoert en aanleiding vormen om daarop meteen te reageren door het jaarlijks vast te stellen suppletieprogramma te intensiveren. Intensiever suppleren kan in principe op twee manieren: frequenter suppleren en/of per suppletie een groter zandvolume aanbrengen.

Leemte in kennis: het aandeel van natuurlijk zandtransport
Een belangrijk gegeven is dat er vooralsnog geen duidelijke relatie is gevonden tussen het volume van zandsuppleties bij Ameland in de periode 1990-2003 en het volume van de bodemdaling die sinds 1986 door de Amelandwinning is opgetreden. Deze bodemdaling treedt niet alleen op in het Pinkegat maar ook aan de Noordzeezijde van Ameland. In de afgelopen jaren heeft de bodemdaling door de Amelandwinning echter niet tot een intensivering van de suppleties geleid, terwijl het suppletievolume bij Ameland ook nauwelijks afwijkt van suppleties elders in het Waddengebied, ter hoogte van kombergingsgebieden waar geen bodemdaling door gaswinning optreedt.

Bekend is evenwel dat er een traagheid bestaat tussen grootschalige ingrepen en de reactie van het systeem. In algemene termen kan die traagheid worden geschat uit modelberekeningen en ligt in de orde van 10-20 jaar. Ook geldt dat de bodemdaling van Ameland pas circa 10 jaar geleden zodanige vormen aannam dat van een toegenomen zandvraag gesproken kon worden.

Op dit punt is sprake van een ‘leemte in kennis’. Over het natuurlijke zandtransport langs de kust is nog weinig bekend. Het kan met zekerheid gesteld worden dat de suppletievolumina voor de kust van Ameland niet zijn geïntensiveerd, immers de suppleties volgen nog altijd de berekeningen van 1980 die gemaakt zijn voor de

natuurlijke kustregressie. Het is tegelijkertijd zeker dat er bodemdaling is opgetreden, resulterend in een verdieping van de vooroever en een deel van de voordelta en een volumeafname van de wadplaten. Hoewel de bodemdaling in 1986 is begonnen is er pas sprake van een substantiële bodemdalingschotel na 1994 en het maximum is voorzien in 2005.

Het lijkt daarom aannemelijk dat het natuurlijke transport langs de kust achterloopt en de inmiddels ontstane schotel nog niet heeft geleid tot een meetbare toename van het suppletievolume. Op zichzelf is meer inzicht in het natuurlijke zandtransport langs de kust wenselijk, maar noodzakelijk is dit niet. Immers, de praktijk laat zien dat Rijkswaterstaat een accuraat programma heeft om versteiling van de vooroever tijdig te detecteren en dat suppleties technisch uitvoerbaar en effectief zijn. Een eventuele toename in suppletievolume zal goed kunnen worden gedetecteerd door de jarenlange registratie.

Effecten op de ecologie van strand en onderwateroever
Recent (april 2005) publiceerde het RIKZ het rapport: *Een verkenning van de natuurbeschermingswetgeving in relatie tot Kustlijnzorg*; *De effecten van zandsuppleties op de ecologie van strand en onderwateroever* [ref. 3.8]. Dit rapport is toegespitst op de ecologische effecten van suppleties in de Speciale Beschermingszones Voordelta en Noordzeekustzone. De invalshoek hierbij is dat zandsuppleties weliswaar 'dwingende redenen van groot openbaar belang dienen', maar dat dit Rijkswaterstaat als Noordzeebeheerder en als initiatiefnemer van zandsuppleties nog niet ontslaat van de verplichting om de ecologische effecten zorgvuldig te beschouwen. Het rapport kan gezien worden als de 'voortoets' conform de systematiek van de Habitatrichtlijn, dat wil zeggen: een inventarisatie van mogelijke effecten als opstap naar een eventueel hier opvolgende 'passende beoordeling' (zie ook de uitleg in paragraaf 3.3.1).

Voor dit MER zijn met name de conclusies van belang ten aanzien van de effecten van onderwatersuppleties op beschermde soorten en in mindere mate op de habitattypen in de SBZ Noordzeekustzone. De Nederlandse kustzone is namelijk maar tot een diepte van –5 meter als habitatgebied aangewezen, terwijl suppleties daar buiten worden uitgevoerd.

De conclusies zijn onder meer gebaseerd op informatie over soortverspreiding, omvang en mogelijke locaties van zandsuppleties en een berekening van de omvang van het verstoorde gebied en de afname van voedselbeschikbaarheid. Voor verreweg de meeste beschouwde vogels, voor alle vissoorten en voor de Gewone zeehond en de Grijze zeehond geven de onderzoekers aan dat er geen effecten zijn.

Van de vogelsoorten die kwalificerend zijn voor de SBZ Noordzeekustzone zijn er twee waarvan de onderzoekers aangeven dat significante effecten niet uitgesloten kunnen worden. In beide gevallen gaat het om visetende vogels: de Roodkeelduiker en de Parelduiker. Het 'percentage permanent verstoord gebied' voor deze soorten wordt in de Noordzeekustzone geraamd op 0,9%, terwijl de voedselbeschikbaarheid met 0,08% afneemt. Directe verstoring wordt alleen relevant geacht in een beperkt aantal gevallen waarin de soorten zeer geconcentreerd voorkomen in een bepaald gebied. Roodkeelduikers komen bijvoorbeeld in grote concentraties voor langs de Noordzeekust van Vlieland. De aanbeveling luidt om suppleties in of nabij dergelijke concentratiegebieden vooraf te laten gaan door nader onderzoek. De natuurlijke variatie in voedselbeschikbaarheid is waarschijnlijk vele malen groter dan het genoemde percentage van 0,08% en van betreffende soorten zijn niet of nauwelijks gevallen bekend die duiden op een voedseltekort. Echter, gecombineerd met andere ongunstige foerageeromstandigheden betekent een licht afname van 0,08% toch een iets grotere afname van de beschikbaarheid van voedsel dan onder natuurlijke omstandigheden.

Voor de situatie op Ameland valt hierover het volgende op te merken. De suppleties boven de waddeneilanden in het algemeen geldt dat deze om operationele redenen uitsluitend worden uitgevoerd in de zomerperiode, terwijl voor genoemde soorten juist het voorkomen in de winter maatgevend geacht moeten worden. Bovengenoemde soorten zijn bovendien viseters en hebben derhalve geen of slechts beperkt hinder van een afdekking van de oorspronkelijke bodemfauna door suppletiezand. Verder interactie met

deze soorten kan worden vermeden door het suppletiesiezoen nauwkeurig te plannen in de tijd.

Van de zeezoogdieren is de Bruinvis de enige beschermde soort waarvoor significante effecten op voorhand niet zijn uit te sluiten. Nader onderzoek wordt aanbevolen met betrekking tot verstoring door geluid, waarvoor de Bruinvis (de 'fluisterdolfijn') erg gevoelig is. De onderzoekers geven aan dat verstoring door geluid niet waarschijnlijk is, gezien de beperkte oppervlakte van suppleties en omdat de Bruinvis voldoende uitwijkmogelijkheden heeft, aangezien de soort niet aan een specifieke plek gebonden is. De aanbeveling is de beschikbare kennis over de effecten van geluid op bruinvissen te inventariseren.

Voor de Bruinvis gelde vergelijkbare overwegingen als voor de Roodkeel- en Parelduiker. De concentraties in de kustzone zijn het hoogst in de winter en juist in deze periode wordt niet gesuppleerd. Ook Bruinvissen zijn viseters.

De Gewone zeehond is echter - in tegenstelling tot de Bruinvis - veel meer plaatsgebonden (met oostelijke Waddenzee als belangrijkste gebied in Nederland) en in zoogtijd relatief beperkt in zijn bewegingen. Vermoedelijk zijn Gewone Zeehonden gevoeliger voor geluid dan Bruinvissen, en zijn effecten dus niet op voorhand uit te sluiten. Specifieke monitoring in Denemarken tijdens de aanleg van een windmolenpark (Horn Rev) en tijdens een periode van 2 jaar tijdens het opereren ervan resulteerde niet in een meetbaar negatief effect.

Ten slotte worden significante effecten vooralsnog niet uitgesloten voor het habitattype 1110: permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken. De onderzoekers wijzen in dit verband vooral op het ontbreken van 'fundamentele kennis' en pleiten ervoor de kennis die wel beschikbaar is te bundelen.

Volgens onderzoekers van Alterra is beinvloeding van Zwarte zee-end en Grote stern niet helemaal uit te sluiten tengevolge van grootschalige suppleties in de zomer.

Voor Zwarte zee-eend spelen mogelijk ingrijpende effecten van vooroeverzandsuppleties, zowel op de korte (vernietiging voedselvoorraad) als lange termijn (habitatdegradatie). Enige mitigatie is wellicht mogelijk door in de zeegaten te suppleren. Hier komt van nature relatief grof zand voor, terwijl de zee-eenden de zeegaten altijd mijden.

De Grote stern is een zomergast en afhankelijk van de beschikbaarheid van kleine vis in de bovenste waterlaag. Gebonden aan een zekere omgeving van zijn kolonies; en kan dus slechts in beperkte mate uitwijken naar elders. Recent is een kolonie ontstaan op de Boschplaat van Terschelling (253 paar in 2004), in het recente verleden zaten er kolonies op Schiermonnikoog (in 2003 500 paar), Ameland (in 2000 570 paar) en Rottumerplaat (in 1998 2335 paar). Het is niet uitgesloten dat een nabijgelegen kolonie hinder ondervindt van een zomersuppletie. Grote sterns hebben een redelijk grote actieradius, gelet op de kolonie die broedt op Griend en foerageert in de kustzone.

Effecten winning suppletiezand
De winning van het suppletiezand vindt plaats in diepere delen van de Noordzee, buiten de begrenzingen van de Speciale Beschermingszones (Voordelta en Noordzeekustzone). In het RIKZ-rapport worden in algemene zin de volgende mogelijke morfologische en ecologische effecten daarvan genoemd:

"De winput wordt opgevuld met sediment met mogelijk een andere grof- of fijnheid dan de oorspronkelijke bodem. Gedurende zandwinning kan de troebelheid van het water lokaal toenemen en fijn sediment op de bodem neerslaan, met mogelijke effecten op de bodemfauna. Herstel van bodemfauna in de winput hangt sterk af van de duur van de verandering in sedimentsamenstelling, de diepte van de winput en de waterkwaliteit. Putten dieper dan 15m vullen nauwelijks op. Ondiepe putten voorzien in betere kansen op herstel. Rekolonisatie voor macrofauna kan 1,5 tot 2 jaar duren en zelfs 2 tot 5 jaar voor lang levende soorten. Zeer grootschalige winning zou de morfologie kunnen beïnvloeden tot op vele kilometers afstand." [ref. 3.1., p61]

Doorwerking in beleid
Het rapport Een verkenning van de natuurbeschermingswetgeving in relatie tot Kustlijnzorg; De effecten van zandsuppleties op de ecologie van strand en onderwateroever bevat geen conclusies over 'significantie'. Het laat wel zien dat in een beperkt aantal gevallen bij de huidige stand van kennis significante effecten niet op voorhand uitgesloten zijn. Nader onderzoek en/of een betere bundeling van reeds beschikbare kennis wordt dan ook wenselijk geacht.

Daarmee is overigens nog niet gezegd dat toekomstige zandsuppleties voortaan aan een passende beoordeling worden onderworpen. Rijkswaterstaat heeft op dit moment nog niet bepaald of en hoe de natuurbeschermingswetgeving gaat doorwerken in het suppletiebeleid en de uitvoering daarvan. Het rapport reikt daartoe verschillende scenario's aan. Voor de korte termijn wordt aanbevolen "zandsuppleties te beschouwen als een beheersmaatregel, zodat deze opgenomen kan worden in het nog op te stellen beheerplan [voor de Noordzee]. Zolang dit beheerplan niet is opgesteld (niet vóór 2008) is het verstandig mogelijke effecten en eventuele mitigerende maatregelen te beschrijven in het suppletieprogramma" [ref. 3.8, p5-6].

Conclusies zandsuppleties
De richtlijnen voor dit MER vragen, als gezegd, om "een beschouwing hoe men zich de extra suppletie van zand ter compensatie van de bodemdaling voorstelt en hoeveel extra suppletiezand nodig is om de bodemdaling te compenseren." Deze beschouwing wordt gepresenteerd in hoofdstuk 6 (paragraaf 6.2.6). Als basis daarvoor zijn de volgende conclusies van belang:

- In de huidige situatie en in de autonome ontwikkeling is Rijkswaterstaat verantwoordelijk voor het beleid en de uitvoering van zandsuppleties: 12 miljoen m³ per jaar langs de gehele Nederlandse kust, waarvan circa 4 miljoen m³ per jaar langs de Waddenkust. De doelen van deze zandsuppleties zijn het handhaven van de Basiskustlijn 1990 en de zandbalans van het kustsysteem. In de afgelopen jaren wordt dit steeds meer met onderwatersuppleties en steeds minder met strandsuppleties gerealiseerd.
- In de afgelopen 15 jaar is bij Ameland gemiddeld ruwweg 0,5 miljoen m³ per jaar gesuppleerd. In de autonome ontwikkeling ligt het aan te brengen zandvolume (via onderwatersuppleties bij Ameland) in dezelfde orde van grootte.
- Een leemte in kennis betreft het natuurlijke zandtransport langs de kust, dat in de praktijk een grote rol moet spelen. In elk geval is er vooralsnog geen duidelijke relatie vastgesteld tussen het suppletievolume en het volume van door gaswinning veroorzaakte bodemdaling: ter hoogte van kombergingen waarin geen bodemdaling door gaswinning plaatsvindt worden vergelijkbare supletievolumes aangebracht als ter hoogtevan het Friese Zeegat. Belangrijk is verder dat sinds 1990 de Basiskustlijn bij Ameland gehandhaafd is en tegelijkertijd ook de bodemdaling in het Pinkegat door de Amelandwinning vrijwel geheel gecompenseerd is. Dit alles wijst erop dat er via het natuurlijke zandtransport een (forse) bijdrage aan compensatie van zandhonger geleverd wordt. Zeker is dat een deel van het suppletiezand nodig is voor ophoging van de vooroever en een deel voor de voordelta en de Waddenzee. Dit betekent dat slechts een deel van het suppletiezand in de Waddenzee terechtkomt.
- Voor de meeste kwalificerende soorten van de SBZ Noordzeekustzone heeft zandsuppletie geen effecten. Significante effecten zijn voorhand uit te sluiten voor de Roodkeelduiker (in concentratiegebieden), de Parelduiker (idem) en de Bruinvis (geluid) zolang suppletie worden uitgevoerd in de zomer buiten het overwinteringsseizoen. Bij de huidige stand/bundeling van kennis zijn significante effecten voor habitattype 1110 en daarmee Grote zee-eend echter niet uitgesloten. Hierbij wordt opgemerkt dat de kustzone tot een diepte van –5 meter als habitatrichtlijngebied is aangewezen. Vooroeversuppleties worden veelal daarbuiten uitgevoerd.
- Of en op welke manier Rijkswaterstaat de natuurbeschermingswetgeving gaat laten doorwerken in het suppletiebeleid en de uitvoering daarvan is op dit moment nog niet bekend.



3.5 Conclusies / gebruiksruimte voor gaswinning

In hoofdstuk 1 is aangegeven dat tijdens de gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen de hand aan de kraan-benadering wordt toegepast. Ter herinnering: de hand aan de kraan-benadering zorgt ervoor dat er bij de uitvoering van de gaswinning vier zekerheden worden ingebouwd, die samen nadelige effecten voor de levende natuur in de Waddenzee uitsluiten. Deze viervoudige borging bestaat, kort gezegd, uit

1. een vooraf bepaalde 'natuurgrens' per komberging,
2. een productiescenario waarvan vooraf aangetoond moet kunnen worden dat de natuurgrens niet wordt overschreden,
3. meting & monitoring tijdens de uitvoering van de winning, en
4. de mogelijkheid om tussentijds de uitvoering van de winning aan te (laten) passen.

In dit hoofdstuk 3 is uitgebreid beschreven hoe het Waddenzeesysteem functioneert in relatie tot bodemdaling als gevolg van gaswinning en autonome processen (zeespiegelstijging, natuurlijke bodemdaling door inklink). Op basis van deze informatie wordt in deze slotparagraaf het eerste element van de hand aan de kraan-benadering ingevuld: het bepalen van de natuurgrens voor de kombergingen Pinkegat en de Zoutkamperlaag.

Sedimentatiesnelheid en bodemdalingssnelheid
In de studies rond bodemdaling door gaswinning in de Waddenzee is overeengekomen dat:

- de ruimte rond het dynamisch evenwicht binnen kombergingsgebieden moet worden uitgedrukt in het aantal millimeters sediment dat gemiddeld per jaar over de gehele oppervlakte van de komberging kan worden afgezet, ofwel: de gemiddelde sedimentatiesnelheid per jaar per komberging (het 'meegroeivermogen');
- zolang de bodemdalingssnelheid in een komberging de sedimentatiesnelheid niet overstijgt er geen effecten op de levende natuur mogen worden verwacht.

Met behulp van geologische gegevens, reconstructiemethodes en modellen is door verschillende instanties een bovengrens aan de gemiddelde sedimentatiesnelheid van kombergingen vastgesteld (tabel 3.6). Daarbij is onderscheid gemaakt tussen kleine en grote kombergingsgebieden. Hoe groter het kombergingsgebied, des te groter is het gedeelte van de natuurlijke zandinvoer dat nodig is voor het opvangen van de bodemdaling en des te lager de bovengrens. Voor intermediaire kombergingen, zoals de Zoutkamperlaag, is in overleg met RIKZ gekozen voor een bovengrens van 5 mm voor de maximale sedimentatiesnelheid.

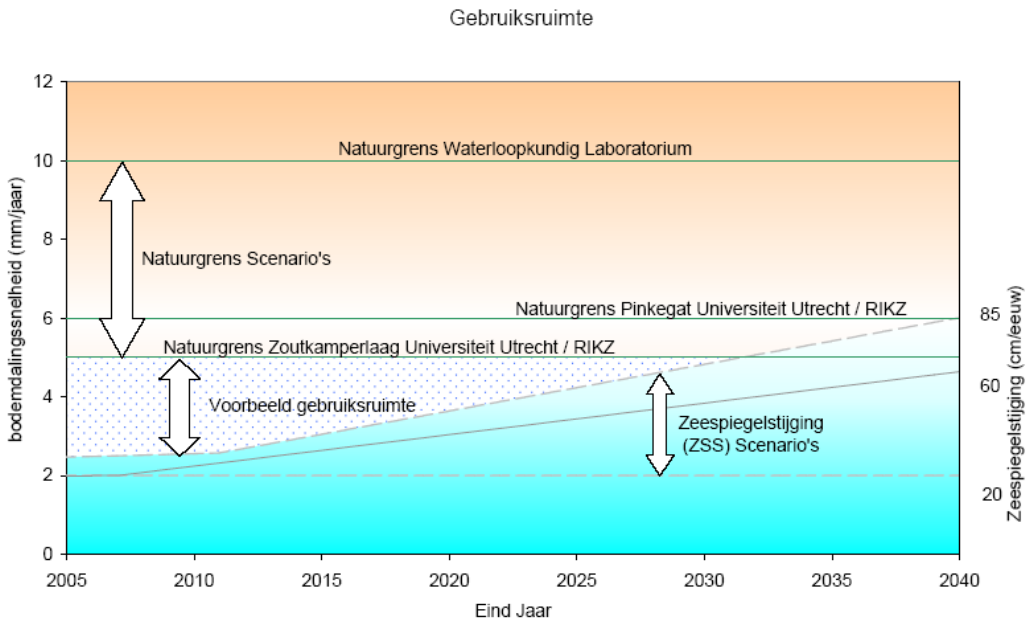
Uitgegaan wordt van de waarden zoals bepaald door de Universiteit van Utrecht. Dit zijn de meest veilige waarden, wat inhoudt dat het sedimentatievermogen van de kombergingen laag is ingeschat en in de praktijk mogelijk hoger is. Dit blijkt ook uit de berekeningen/gegevens van het WL (Waterloopkundig Laboratorium), uit historische gegevens en uit de monitoring rond de Amelandwinning waaruit een aanmerkelijk groter sedimentatievermogen naar voren komt.

Tabel 3.6 Bovengrens aan de gemiddelde sedimentatiesnelheid afhankelijk van de afmetingen van het kombergingsgebied over perioden van 19 jaar (gemiddeld over het hele oppervlak).

Historische gegevens	**modellen Universiteit Utrecht**			**modellen WL (lange aanpassingstijd; geleidelijke verdieping)**	
Alle kombergingen	Klein: Pinkegat	Intermediair: Zoutkamperlaag	Groot: Vlie	Alle grote kombergingen	Niet grote kombergingen
4 – 6,6 mm/j	6 mm/j	5 mm/j	3 mm/j	6 mm/j	10 mm/j

Gebruiksruimte kombergingen
Het functioneren van een kombergingsgebied als min of meer zelfstandig ecosysteem wordt, zo is in dit hoofdstuk gebleken, in eerste instantie bepaald door (de variatie in) abiotische variabelen. Veranderingen in die variabelen leiden niet direct tot wijzigingen in

het systeem omdat het systeem een zekere flexibiliteit kent. Pas als de waarde van een of meer abiotische variabelen te veel afwijkt van de waarden die horen bij het dynamische evenwicht dat binnen een kombergingsgebied heerst, kunnen langdurige of definitieve veranderingen optreden. In dat geval is de grens van een of meer abiotische variabelen overschreden. In het functioneren van een komberging zit dus een zekere 'ruimte' die kan worden gebruikt voor externe activiteit zonder dat de wezenlijke kenmerken van de komberging worden aangetast: de zogenoemde gebruiksruimte. In **figuur 3.25** zijn de elementen die de gebruiksruimte bepalen, n.l. natuurgrens en zeespiegelstijgingscenario, weergegeven.



Figuur 3.25 De gebruiksruimte is afhankelijk van het gekozen zeespiegelstijging (ZSS) en natuurgrens scenario; als voorbeeld is de gebruiksruimte voor komberging Zoutkamperlaag bij toepassing van het meest conservatieve zeespiegelstijgingsscenario (scenario-85) en de meest veilige natuurgrens (RUU/RIKZ) aangegeven.

De bepaling van de gebruiksruimte wordt sterk gedomineerd door de verwachte zeespiegelstijging en de toegepaste natuurgrens. Toepassing van de meest conservatieve, dat wil zeggen voor de gebruiksruimte meest beperkende grenzen voor deze scenario's geeft voldoende zekerheid dat, op basis van de momenteel beschikbare wetenschappelijke kennis, ervan uitgegaan mag worden dat de sedimentatie de bodemdaling in beide kombergingen als gevolg van gaswinning kan bijhouden en dat er dientengevolge geen negatieve effecten op het ecologisch functioneren van de kombergingsgebieden mogen worden verwacht.

Met enige regelmaat zal er een herevaluatie over de verwachte zeespiegelstijging-scenario's dienen plaats te vinden, waarbij dan zeer veel nieuwe gegevens – die momenteel nog niet beschikbaar zijn (nieuwe zeespiegelstijgingscenario's van IPCC (2007), KNMI (2006) en Rijksoverheden (2006-2010)) – zullen moeten worden meegewogen om een verantwoorde keuze te maken voor het vanaf dan te kiezen limiterende zeespiegelstijgingsscenario. Afspraken daarover zijn ook gemaakt in internationaal verband (10de Waddenzee Ministers Conferentie; Schiermonnikoog 2005). Een en ander kan dan eventueel ook leiden tot een bijstelling van de productieplannen.

Kwelders

Omdat kwelders binnen het kombergingsgebied een bijzondere positie (boven Gemiddeld HoogWater) innemen en qua habitat van internationaal belang zijn, is voor de kwelders afzonderlijk ook een gemiddelde sedimentatiesnelheid per jaar bepaald (**tabel 3.7**). Daarbij is onderscheid gemaakt tussen vastelandskwelders (zoals Peazemerlannen) en



eilandkwelders omdat onder invloed van de afstand tot het bijbehorende zeegat de sedimentatie er verschillend verloopt.

Tabel 3.7. Gemiddelde sedimentatiesnelheid op de kwelders langs de kust van het vasteland en de waddeneilanden.

Vastelandskwelders		**Eilandkwelders**
Friesland	Groningen	
17,8 ± 2,7 mm/j	12,1 ± 1,5 mm/j	6 mm/j

Tabel 3.7 laat zien dat de meest gevoelige grens voor de sedimentatiesnelheid voor vastelandskwelders minimaal ca 10,6 mm per jaar is. Bedacht moet worden dat het hier gaat om de actuele en locale dalingsnelheid van de ondergrond. Deze waarde is niet te vergelijken met de “uitgesmeerde” waarde in het ‘natte’ gedeelte van de kombergingen.

Referenties

3.1 RIKZ, in samenwerking met WL Delft Hydraulics, TNO-NITG, Alterra: *Bodemdalingstudie Waddenzee 2004; Vragen en onzekerheden opnieuw beschouwd*, RIKZ-rapport 2004.025, 14 juni 2004.

3.2 Wang en Eysink, 2005. Abiotische effecten van bodemdaling in de Waddenzee door gaswinning. (zie CD)

3.3 Meesters et al, 2005. Natuurwaarden in de Kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag en mogelijke effecten van bodemdaling door gaswinning (inclusief aanvulling van M. Leopold betreffende effecten van suppleties) (zie CD)

3.4 Commissie Monitoring Bodemdaling Ameland, 2005. Monitoring Bodemdaling Ameland: evaluatie na 18 jaar gaswinning (aanvulling op rapport van 2000)

3.5 Oost et al., Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee, december 1998.3.6 IBN (zie CD)

3.7 Nieuwsbrief nr. 1; KNMI 2005, www.knmi.nl

3.8 RIKZ-studie ecologische effecten zandsuppleties



Aantekeningen



Inhoudsopgave

4 Inleiding 148
4.1.1 Bodemdaling in een weinig dynamisch, menselijk-gestuurd systeem 148
4.1.2 Het studiegebied 150
4.1.3 Bestaande situatie 152
4.1.4 Onzekerheden in de autonome ontwikkeling 153
4.1.5 Belangrijke informatiebronnen 154
4.2 Waterhuishouding 155
4.2.1 Oppervlaktewatersysteem: de huidige situatie 155
4.2.2 Het grondwatersysteem: de huidige situatie 161
4.2.3 De autonome ontwikkeling en vier beheersscenario's 162
4.2.4 De meest kritische parameters en het meest kritische scenario voor bodemdaling 166
4.2.5 Resumé 167
4.3 Levende natuur 168
4.3.1 Waterhuishouding en de levende natuur 168
4.3.2 Natuurbeschermingswetgeving 169
4.3.3 Habitats en soorten 172
4.3.4 Beheersscenario´s beleid: autonome ontwikkeling 179
4.3.5 Conclusies levende natuur 183
4.4 Conclusies 184

4 Inleiding

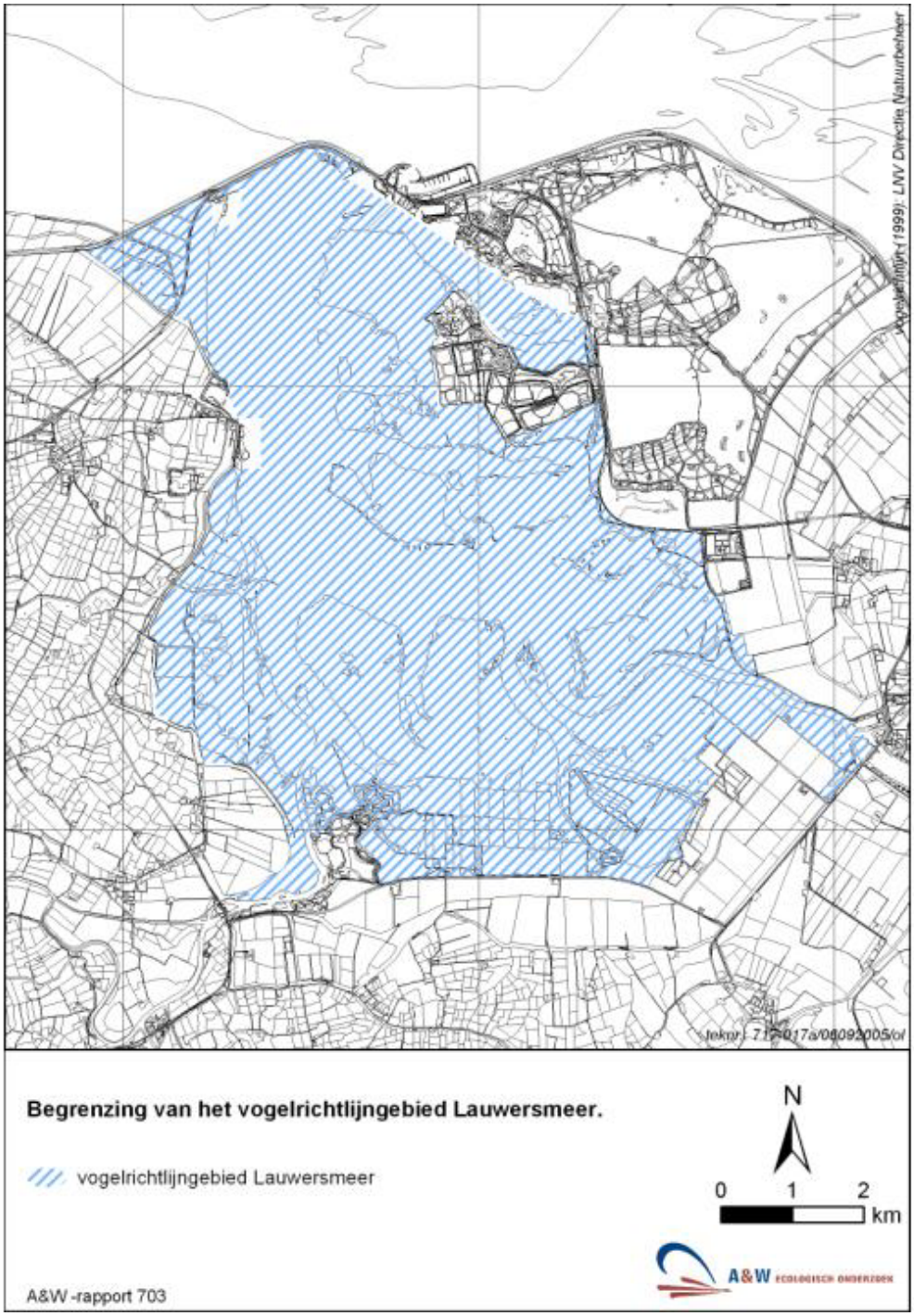
4.1.1 Bodemdaling in een weinig dynamisch, menselijk-gestuurd systeem

De helft van het gebied waar bodemdaling zal optreden door gaswinning uit de zes nieuwe velden ligt op het vasteland; aan de binnenzijde van de 13 km lange Deltadijk die in 1969 gereedkwam. De bodemdaling van de voorgenomen winningen strekt zich uit over een groot deel van het Lauwersmeer en de daaromheen liggende terreinen: het Lauwersmeergebied.

Dit MER maakt inzichtelijk welke effecten de bodemdaling door de voorgenomen winningen heeft voor het Lauwersmeergebied. Deze effecten worden beschreven in hoofdstuk 7. Het vertrekpunt voor deze effectbeschrijving is een systeemanalyse van hoe het Lauwersmeergebied functioneert: op dit moment en bij de autonome ontwikkeling (dus de ontwikkeling in de komende jaren tot circa 2040, indien de voorgenomen winningen niet uitgevoerd zouden worden).

Verschil tussen Lauwersmeergebied en Waddenzee
Net als bij de beschrijving van het Waddenzeesysteem in hoofdstuk 3 wordt ook in dit hoofdstuk een onderscheid gemaakt tussen de abiotische component en de biotische component. De opgave is opnieuw om de analyse toe te spitsen op juist díe factoren die vanuit bodemdalingsperspectief het meest wezenlijk zijn. Het vorige hoofdstuk heeft laten zien dat het Waddenzeesysteem zich kenmerkt door een grote natuurlijke dynamiek, die zo veel mogelijk de vrije loop wordt gelaten en waarop dus de menselijke invloed zeer beperkt is. De grote dynamiek in het Waddenzeesysteem compenseert de bodemdaling zolang de kritische grens daarvoor niet wordt overschreden. In vergelijking met de Waddenzee is er in het Lauwersmeergebied sprake van een veel grotere mate van controle/sturing door de mens en is het gebied ook veel minder dynamisch: er zijn hier geen natuurlijke sedimentatie-erosieprocessen die de bodemdaling compenseren over een groter gebied en de schommelingen in het waterpeil zijn relatief klein. Anders dan in de Waddenzee ontstaat er een bodemdalingsschotel, die zich in de eindsituatie zal uitstrekken over een gebied van circa 70 km^2 waarvan het diepste punt uiteindelijk circa 12 cm lager ligt dan het bodemniveau ter plekke in de huidige situatie. NB: door de winning bij Anjum is, op het diepste punt, al een bodemdaling opgetreden van 4 á 5 cm.

Relatie waterhuishouding en natuur
Het belangrijkste effect – en het enige *directe* effect – van de bodemdaling is dat de hoogteligging en daarmee ook de waterhuishouding van het Lauwersmeergebied wordt beïnvloed. Hiermee is de sleutelfactor op abiotisch gebied benoemd: het gaat om de *waterhuishouding* en daarop wordt de systeemanalyse dan ook in eerste instantie toegespitst (zie paragraaf 4.2). Via de waterhuishouding worden belangrijke abiotische variabelen beïnvloed, zoals (grond)waterpeil, overstromingsduur van oevers, afslag van plaatranden kwel en verzilting. Op hun beurt beïnvloeden deze variabelen de biotische variabelen die van belang zijn in verband met het effect op de levende natuur en agrarische productie. De analyse daarvan (zie paragraaf 4.3) is erop gericht inzichtelijk te maken hoe veranderingen in abiotische variabelen de biotische variabelen (natuur) in het Lauwersmeergebied beïnvloeden. Ten aanzien van de natuur is vooral de status van belang die een groot deel van het Lauwersmeergebied heeft gekregen als Nationaal Park (figuur 4.3) en Speciale Beschermingszone in het kader van de Vogelrichtlijn (figuur 4.1 [ref. 4.9 en 4.10]).



Figuur 4.1. Begrenzing Vogelrichtlijngebied Lauwersmeer

Toekomstige waterhuishouding

Waterhuishouding en natuur zijn tevens de onderwerpen die de boventoon voeren in de brede gedachtewisseling rond het toekomstige beleid voor en beheer van het gebied. Voor zowel beleid als beheer geldt dat het in de komende jaren hoe dan ook wenselijk of noodzakelijk is maatregelen te treffen ongeacht of de voorgenomen winningen wel of niet worden gerealiseerd. Immers, de zeespiegel stijgt, het klimaat verandert (neerslagpatroon met grotere uitschieters), de bodem daalt door inklinking en reeds lopende gaswinningen en bij dit alles kunnen streefbeelden of doelen ten aanzien van waterbeheer en natuur in toenemende mate onder druk komen te staan. Er zijn dan ook, zo zal blijken reeds verschillende scenario's uitgewerkt die elk een eigen invulling geven aan de manier waarop het beheer van de waterhuishouding en in samenhang daarmee, het beheer van de waterhuishouding en in samenhang daarmee het beheer van de natuur, op deze veranderingen kunnen inspelen. Vanuit dat perspectief moet bepaald

worden wat de consequenties zijn van de bodemdaling die de voorgenomen winningen gaan veroorzaken in samenhang met de winningen die reeds gaande zijn, te weten de Anjumvelden en in mindere mate de Munnekezijlvelden en de Kollumerpompvelden.

Overige functies
Het Lauwersmeergebied vervult naast een waterhuishoudkundige functie ook nog andere functies. Zo is de Marnewaard in het noordoosten van het gebied een militair oefenterrein en vindt er landbouw plaats. Ook zijn het Lauwersmeer zelf en de omgeving ervan in trek bij recreanten.

De militaire functie en de recreatieve functie van het Lauwersmeergebied komen in dit MER slechts zijdelings aan de orde. Het uitgangspunt van het beleid is dat deze functies ook in de toekomst tot hun recht moeten kunnen blijven komen en de bodemdaling door de voorgenomen winningen als zodanig werpt daarvoor geen speciale belemmeringen op.

Bij de agrarische functie is er wel een relevant effect. De gebieden met een agrarisch gebruik kennen allemaal een eigen peilbeheer (kwantiteitsbeheer). De effecten van bodemdaling kunnen binnen dit beheer worden opgevangen. Alleen verzilting kan als een probleem worden gezien maar is in principe op te vangen via ‘doorspoelen‘, wat in de huidige situatie al gebeurt en in de toekomst als gevolg van zeespiegelstijging in toenemende mate zal moeten gebeuren. Zowel in Noord-Friesland als in Noord-Groningen worden initiatieven ontplooid om daarvoor voorzieningen aan te leggen (paragraaf 4.5).

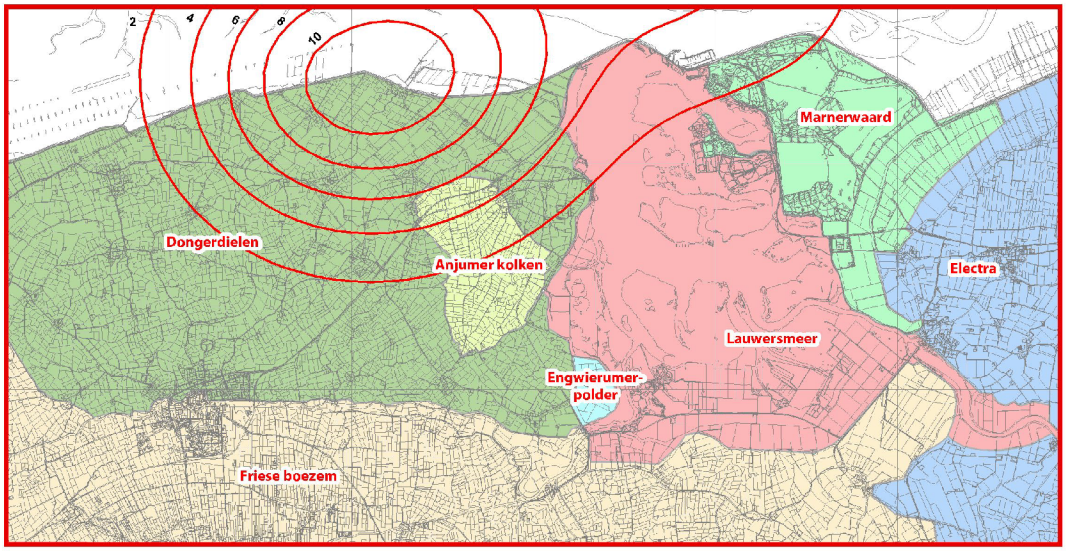
Waterhuishouding en beheersbaarheid
Dat waterhuishouding een belangrijke functie is, is terug te zien in de geschiedenis die het gebied heeft doorgemaakt. De eerste plannen om de Lauwerszee af te sluiten dateren al van 1849. De overweging was destijds dat met deze afsluiting de afwatering van het achterland zou verbeteren. Door verzanding van de geulen in de Lauwerszee werd de (regen)waterafvoer in toenemende mate problematisch, met wateroverlast in grote delen van Groningen en Friesland als gevolg. Het heeft vervolgens nog vele decennia – en twee grote overstromingen in het gebied, kort na elkaar in 1953 en 1954 – geduurd voordat in 1960 de regering het ‘Besluit tot Droogmaking van de Lauwerszee’ nam.
Met de afsluiting van de Lauwerszee ontstond een geheel nieuwe situatie voor de waterhuishouding in Noord-Nederland. Het Lauwersmeer heeft daarin sindsdien een sleutelpositie als tussenboezem voor Fryslân en Groningen/Drenthe. Deze provincies voeren via hun boezems water af naar het Lauwersmeer, van waaruit het via de Lauwerssluizen bij Lauwersoog bij eb onder vrij verval geloosd wordt op de Waddenzee.
Het totale waterhuishoudingssysteem van het Lauwersmeer en de wateren die hierop afvoeren is sterk gereguleerd, onder meer via gemalen. Er is, met andere woorden een grote mate van beheersing van de waterhuishouding mogelijk; veel meer in elk geval dan in de oude, hoogdynamische situatie van voor de afsluiting. De scenario’s die later in dit hoofdstuk (paragraaf 4.2.3) aangestipt worden hebben in de meeste gevallen als doel het systeem van het Lauwersmeer weer dynamischer te maken: dit biedt betere perspectieven voor de natuur. Uitgangspunt is echter steeds dat het waterhuishoudingssysteem beheersbaar/stuurbaar moet blijven en ander functies van het gebied niet tekort worden gedaan.

4.1.2 Het studiegebied

Bodemdaling door gaswinning heeft op het binnendijkse gebied in eerste instantie een effect op de waterhuishouding, terwijl het waterbeheer de sturende factor is in de (natuurlijke) ontwikkeling van het gebied. Aan de hand van bodemdalingsprognoses kan eenvoudig het binnendijkse gebied worden bepaald waarin bodemdaling plaatsvindt, waarmee het studiegebied in grote lijnen is vastgelegd. Daarbij is uitgegaan van het dalingsgebied van de nieuwe winningen én de bestaande winningen (Anjumvelden) in de regio, vanwege de cumulatie van effecten. De grens van het studiegebied is daarmee op hoofdlijnen bepaald. Echter, gebieden die op de grens liggen van het binnendijkse dalingsgebied en er in waterhuishoudkundige zin een relatie mee hebben kunnen ook

beïnvloed worden door de bodemdaling. Daarom zijn ook deze gebieden in het studiegebied opgenomen. Daarmee bestaat het studiegebied uit de volgende waterbeheersgebieden (zie figuur 4.2): het Lauwersmeer, de Engwierumerpolder, de polder Dongerdielen (waaronder Anjumer Kolken), Friese Boezem, boezemsysteem Elektra (Electraboezem Groningen) en de Marnewaard (waaronder de Westpolder). Door de bureaus die de studies hebben uitgevoerd voor dit MER, is van het studiegebied de bestaande situatie beschreven en zijn de effecten van bodemdaling door gaswinning in kaart gebracht [ref. 4.1 en 4.2].

In het studiegebied zoals dat voor de MER is gebruikt, is het dalingsgebied van de Kollumerpomp- en Munnekezijlvelden (autonome ontwikkeling) niet opgenomen omdat dit niet overlapt met het dalingsgebied van de nieuwe winningen. Het dalingsgebied van de Kollumerpomp- en Munnekezijlvelden overlapt echter wel met het studiegebied en heeft er in waterhuishoudkundige zin dus een relatie mee. Daarom is de bodemdaling door de winning van de Kollumerpomp- en Munnekezijlvelden wel meegenomen in de effectenanalyse in Hoofdstuk 7.

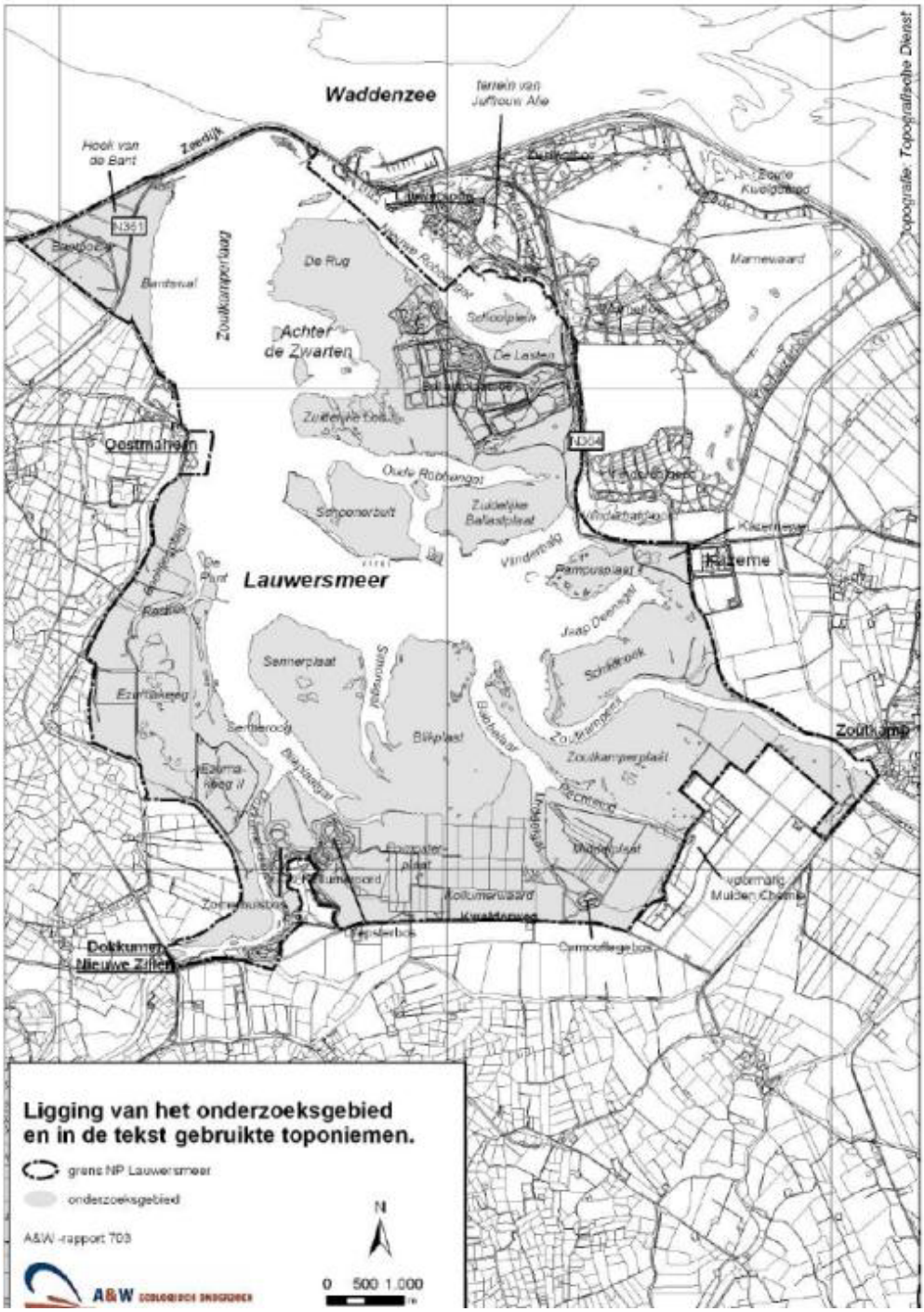


Figuur 4.2 Bodemdalingsprognose en betrokken waterbeheergebieden [ref. 4.2].

Het Lauwersmeer[1], de Friese boezem en de Electraboezem vormen onder normale omstandigheden één samenhangend systeem. De watersystemen van de Engwierumerpolder en de polder Dongerdielen (waaronder de Anjumer Kolken) evenals de Marnewaard (inclusief de Westpolder) hebben geen open verbinding met het Lauwersmeer en daarmee een min of meer eigen waterbeheer.

Omdat verandering in de waterhuishouding van invloed zijn op de levende natuur, speelt ook de begrenzing van de voor natuur relevante beheergebieden een rol. Het gaat dan om het Nationaal Park Lauwersmeer, het Militair Oefenterrein Marnewaard en kleinere natuurterreinen in de omgeving van Lauwersoog. De begrenzing van de Speciale Beschermingszone, Ecologische HoofdStructuur (EHS) en (staats)Natuurmonument vallen binnen deze grenzen (zie figuur 4.3).

1 Lauwersmeer omvat mede de ´polders´ Hoek van de Bant, Ezumakeeg, Eskespolder, Catspolder, Kollumerwaard, Anjumer- en Lioessenserpolder en het bemalingsgebied van gemaal Nieuw Robbengat.



Figuur 4.3 Het Nationaal Park Lauwersmeer: het onderzoeksgebied voor de effecten op de levende natuur [ref. 4.1].

4.1.3 Bestaande situatie

Zoals al is aangegeven vormen het Lauwersmeer, de Friese boezem en de Elektraboezem een samenhangend systeem, wat inhoudt dat zowel Groningen als Fryslân het water onder vrij verval kunnen afvoeren naar het Lauwersmeer.

De hoofdafwateringsrichting van het Friese deel van het studiegebied is naar het oosten gericht. Daar stroomt het water het Lauwersmeer in. In hoofdlijnen gebeurt dit op drie plaatsen namelijk bij het gemaal Dongerdielen bij Dokkumer Nieuwe Zijlen en bij de Friese Sluis (aan de westzijde van het Lauwersmeer). De hoofdafwateringsrichting van het Groningse deel van het studiegebied is naar het westen gericht. Zowel de Elektraboezem als de Marnewaard (inclusief de Westpolder) voeren het water af naar de oostzijde van het Lauwersmeer.

Het waterbezwaar (het 'overtollige' water dat moet worden afgevoerd) van de Friese en Groninger boezem wordt via het Lauwersmeer en de Lauwerssluizen bij Lauwersoog geloosd in de Waddenzee rond gemiddeld laagwater (-1,29 m NAP). Ongeveer 70 dagen per jaar kan er door hoge waterstanden op de Waddenzee niet of onvoldoende worden gespuid. Het Lauwersmeer fungeert dan als een bergboezem. De maximaal toelaatbare waterstand op het Lauwersmeer is NAP 0,00 m.

Door verschillen tussen het oppervlaktewaterpeil in het Lauwersmeer, het omliggende gebied en de Waddenzee ontstaat een grondwaterstroming van of naar het Lauwersmeer. De streefpeilen in de polders rond het Lauwersmeer variëren van –2,65 m tot –1,30 m NAP en liggen beneden het streefpeil van het meer zodat er meestal sprake is van een zoete kwelstroom naar de omliggende gebieden [ref. 4.17].
Binnen het Lauwersmeer zelf is met name de huidige inundatiefrequentie van de oevers van belang omdat dit de sleutel is naar de effecten op de levende natuur. De ecologische betekenis van het Lauwersmeer is (vanuit beleid) vooral verbonden met een open landschap van grootschalig open water, slikken graslanden en moerassen. Bos en struwelen komen alleen op de allerhoogste platen en in de periferie voor. Het gebied is ook van grote waarde voor broedvogels van drassige graslanden en moerassen en als rust- en foerageergebied voor overwinterende trek- en watervogels (eenden ganzen zwanen steltlopers, watergebonden roofvogels).

4.1.4 Onzekerheden in de autonome ontwikkeling

Onzekere ontwikkeling
Een lastig punt in dit MER is dat er zowel ten aanzien van het waterbeheer (abiotiek) als het beheer van het belangrijkste natuurgebied (het Lauwersmeer; biotiek) nog geen definitieve besluiten zijn genomen. Veel keuzen staan nog open en daardoor is het in feite niet mogelijk de autonome ontwikkeling in te vullen. Bovendien is het van belang te realiseren dat sinds de afsluiting van het Lauwersmeer in 1969 het gebied een ontwikkeling naar een nieuw ecosysteem doormaakt die nog steeds gaande is en sterk onder invloed staat van het gevoerde beheer.

Aanpassingen in het waterbeheer van het Lauwersmeer zijn hoe dan ook nodig om de natuurontwikkeling in het Nationaal Park Lauwersmeer te stimuleren en rekening te houden met de gevolgen van klimaatveranderingen (zeespiegelstijging, verhoogde neerslagafvoeren). In 2001 hebben de provincies Groningen en Friesland en de Waterschappen Noorderzijlvest en Friesland besloten een beleidsdocument op te stellen waarin de waterbeleidskeuzes voor de toekomst worden vastgelegd: de Watervisie Lauwersmeer (2030, met doorkijk naar 2100) [ref. 4.6 en 4.23]. Hierover is, eind 2005, nog geen besluit genomen. De mate waarin voldaan kan worden aan de natuurambitie van het Nationaal Park, de wensen van recreatie, landbouw en andere gebruikers van het gebied, hangt af van de keuzes die worden gemaakt ten aanzien van de Watervisie Lauwersmeer [ref 4.8 en 4.23]. Daarin zijn meerdere scenario's verkend voor de waterhuishouding, variërend van meer peildynamiek tot het vergroten van de invloed van zoutwater (zie paragraaf 4.2.3).

Bodemdaling en zeespiegelstijging
Net als bij de Waddenzee spelen autonome bodemdaling en zeespiegelstijging een rol in de effecten van bodemdaling door gaswinning en in de autonome ontwikkeling. Overigens is de rol van zeespiegelstijging ten aanzien van het functioneren van het systeem kleiner dan in de Waddenzee omdat het primair de lozingsmogelijkheden van de spuisluizen bij Lauwersoog en de verzilting beïnvloedt. In het Lauwersmeergebied is de waterhuishouding nu zo ingericht dat onder normale omstandigheden het waterbezwaar van de betrokken provincies via vrije afstroming kan worden afgevoerd naar het Lauwersmeer en de Waddenzee; er hoeven dus geen pompen/gemalen te worden ingezet. Door zeespiegelstijging gaat in de toekomst echter de mogelijkheid om het waterbezwaar via vrije afstroming in de Waddenzee te lozen verloren. Op den duur is de aanleg van een nieuwe infrastructuur in de vorm van gemalen verhoogde of nieuwe kades en sluizen dan ook noodzakelijk.

Net als voor de Waddenzee is voor het Lauwersmeergebied de bodemdaling als gevolg van de nieuwe winningen en de lopende winning van de Anjumvelden in eerste instantie als één geheel beschouwd. Een gevolg hiervan is dat de effecten ten opzichte van de autonome ontwikkeling zoals beschreven in hoofdstuk 7, groter worden ingeschat dan ze in werkelijkheid zijn. Dit komt omdat de effecten van de winning van de Anjumvelden die zijn meegenomen met de nieuwe velden in feite bij de autonome ontwikkeling horen. Uiteindelijk blijft het totale (cumulatieve) effect – in absolute zin – natuurlijk gelijk. Op basis van de berekening van de bijdrage van de Anjumvelden aan de totale bodemdaling, wordt in hoofdstuk 7 overigens wel beschouwd wat het specifieke aandeel is (uitgedrukt in een percentage) van de Anjumvelden in het totaal van de effecten[2].

Voor de waterhuishouding geldt, zoals in paragraaf 4.2.3 wordt beschreven dat alle effecten door maatregelen kunnen worden opgevangen binnen het beheer en dat daarvoor in overleg met betrokkenen al structuren zijn opgezet en voorzieningen zijn of worden getroffen (zie hiervoor ook het Winningsplan Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen).

In hoofdstuk 3 is ook al ingegaan op de zeespiegelstijging en de onzekerheden daarin. Duidelijk is dat naarmate er meer in de toekomst wordt gekeken de onzekerheden van de voorspellingen toenemen. In de meeste Lauwersmeerstudies (zie paragraaf 4.1.5) is uitgegaan van het zogenaamde middenscenario voor zeespiegelstijging (0,30 meter in de komende 50 jaar ofwel gemiddeld 6 mm/jaar). Zoals in hoofdstuk 3 is aangegeven geeft dit op de korte termijn een overschatting van de problematiek. Voor het Lauwersmeer betekent dit dat maatregelen in het kader van het aanpassen van de waterhuishouding mogelijk later nodig zijn dan aangegeven.

Resumé

- Het waterbeheer is de sturende factor in de ecologische ontwikkeling van het Lauwersmeergebied en in de effecten van bodemdaling door gaswinning.
- De autonome ontwikkeling van het gebied kan niet eenduidig worden ingevuld omdat nog geen definitieve beslissingen zijn genomen over het toekomstige waterbeheer. Daarmee is niet duidelijk in welke richting de waterhuishouding en de natuur zich in het Lauwersmeergebied zullen gaan ontwikkelen.
- Als gevolg van autonome ontwikkelingen rond klimaatveranderingen zijn aanpassingen in het waterbeheer in de (nabije) toekomst noodzakelijk.
- Een beschrijving van de historische ontwikkeling vanaf 1969 is van belang om trends te kunnen vaststellen in de ontwikkeling van (a)biotische variabelen die nodig zijn voor het inschatten van de autonome ontwikkeling. Daarmee kunnen de betekenis van bodemdaling en de onzekerheden in de autonome ontwikkeling in perspectief worden geplaatst. Als echter het beheer in de (nabije) toekomst rigoureus wordt gewijzigd, kunnen de historische ontwikkelingen niet worden ingezet bij het invullen van de autonome ontwikkeling.
- Gelet op conserverende werking die uitgaat van met name de Vogelrichtlijn spelen rigoureuze wijzigingen in het beheer ten behoeve van natuurontwikkeling een belangrijke rol.
- Hoewel er nog veel beslissingen moeten worden genomen ten aanzien van de autonome ontwikkeling, is er één zekerheid, namelijk dat de waterhuishouding goed beheersbaar is via technische maatregelen en dat daarmee ook de biotische ontwikkeling in belangrijke mate kan worden gestuurd.

4.1.5 Belangrijke informatiebronnen

De afgelopen jaren zijn er met betrekking tot het toekomstige water- en natuurbeheer van het Lauwersmeer veel studies uitgevoerd . Genoemd kunnen worden:

- Natuurvriendelijke waterhuishouding Lauwersmeer (IWACO, 2001) [ref. 4.13];
- (op weg naar) Watervisie Lauwersmeer (Bestuurlijk Overleg, 2005) [ref. 4.6];
- Stroomlijnen (diverse natuurbeschermingsorganisaties, 2005) [ref. 4.5];
- Winterpeilverhoging Lauwersmeer; kansen voor natuur (Arcadis, 2005) [ref. 4.4];

[2] In hoofdstuk 7 wordt nader ingegaan op de invloed van de Munnekezijl- en Kollumerpompvelden.

- Waterbeheersplan Lauwersmeergebied 2003-2007 (Waterschap Noorderzijlvest, 2003) [ref. 4.7];
- Beheers- en inrichtingsplan Nationaal Park Lauwersmeer (Overlegorgaan, 2003) [ref. 4.8];
- Quick Scan Estuarien (HKV, 2005) [ref. 4.17];
- Notitie Reikwijdte en detailniveau, SMB Watervisie Lauwersmeer (Arcadis, 2005) [ref. 4.23].

In de studies ligt het accent op een tweetal zaken:
- rekening houden met de gevolgen van zeespiegelstijging, klimaatverandering en bodemdaling;
- natuurontwikkeling in het Nationaal Park Lauwersmeer stimuleren.

Dankzij deze studies is er veel bekend over hoe het watersysteem nu functioneert en welke veranderingen mogelijk en/of nodig zijn in de toekomst. Daarbij is steeds gekeken naar de relatie met natuurontwikkeling. Alle belanghebbenden te weten waterbeheerders, gebiedsbeheerders, bestuursorganen en natuurorganisaties, zijn betrokken geweest bij het denken over en invullen van het toekomstige beleid. De meest geschikte ontwikkelingsscenario´s zijn daarbij dan ook wel in beeld gekomen (paragraaf 4.5 en 4.6).

Aanvullend op de bestaande studies zijn voor dit MER nog twee specifieke onderzoeken uitgevoerd waarin speciaal gekeken is naar de effecten van bodemdaling op:
- het watersysteem (abiotiek): “Effectenstudie aardgaswinningen Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen: waterhuishouding” [ref. 4.2, Grontmij-rapport];
- bodemdaling op de levende natuur (biotiek): “Ontwikkelingen en huidige situatie van natuurwaarden in het Lauwersmeer, een verkenning van de natuurwaarden en de mogelijke effecten van bodemdaling door gaswinning” [ref. 4.1, A&W-rapport].

Beide rapportages zijn bij dit MER gevoegd. Ze vormen de basis van de beschrijving van de huidige situatie en autonome ontwikkeling in dit hoofdstuk, en de beschrijving van de effecten op het Lauwersmeergebied in hoofdstuk 7.

4.2 Waterhuishouding

4.2.1 Oppervlaktewatersysteem: de huidige situatie

Oppervlaktewater is het water dat men ‘ziet’ dus het water dat op het aardoppervlak verblijft of er over heen stroomt. In figuur 4.2 is het oppervlaktewatersysteem weergeven.

Lauwersmeer, Friese boezem, Elektraboezem

Het Lauwersmeer heeft een sleutelpositie in de waterhuishouding van Noord-Nederland. Het Lauwersmeer fungeert als tussenboezem voor de afwatering van:
- de provincie Friesland via de Friese boezem;
- de provincie Groningen/Drenthe via de Elektraboezem.

Daarnaast heeft het meer ook een aantal dagen per jaar een functie als bergboezem (buffer).

Het Lauwersmeer, de Friese boezem en de Elektraboezem vormen een samenhangend systeem. Onder normale omstandigheden staat het Lauwersmeer in open verbinding met de Elektraboezem en heeft de boezem hetzelfde streefpeil als het Lauwersmeer: NAP -0,93 m (conform het principe van de Water Aan- en Afvoer Regeling, [ref. 4.22]. De Friese boezem heeft als streefpeil NAP – 0,52 m. Dit betekent dat normaliter zowel vanuit de Friese als Groninger boezem het water onder vrij verval kan worden afgevoerd naar het Lauwersmeer.

Overtollig water uit het Lauwersmeer wordt bij laag water via de Lauwerssluizen bij Lauwersoog afgelaten naar de Waddenzee (capaciteit 1900 m^3/s). Tijdens het spuien kan (afhankelijk van de waterstanden) het relatief zware zeewater via een onderstroom, de zogenoemde zouttong, het Lauwersmeer instromen en de diepere delen van de geulen bereiken. Het meeste zeewater wordt door de aanvoer van zoet water uit het achterland

tijdens de eerstvolgende lozingen weer teruggespoeld naar de Waddenzee. In tijden met weinig afvoer van zoet water kan het zeewater makkelijker in de meer naar binnen gelegen diepere delen van de geulen terechtkomen. Het zoutgehalte van het meer bedraagt normaliter circa 0,3 g Cl/l (zeewater = ca 18 g Cl/l).

Omdat het waterniveau op de Waddenzee door de getijdenwerking varieert tussen NAP +1,02 m en NAP –1,29 m, kan maar een beperkt deel van de tijd (het spuivenster) worden geloosd. Ongeveer 70 dagen per jaar, bij harde wind tussen Noord en West, blijft het water in de Waddenzee hoog en kan er slechts weinig of niet geloosd worden. Valt dit samen met een groot aanbod van water uit het achterland, dan stijgt het water in de Elektraboezem. Zodra de waterstand op de Elektraboezem ongeveer tien centimeter is gestegen ten opzichte van het streefpeil van NAP –0,93 m, wordt de boezem gescheiden van het Lauwersmeer en treden de Elektragemalen (de Waterwolf en HD Louwes) in werking. Het Lauwersmeer fungeert dan als een bergboezem totdat spuien weer mogelijk is.

Gemiddeld 10 dagen per jaar is de waterstand op het Lauwersmeer hoger dan het streefpeil van de Friese boezem: NAP –0,52 m. Friesland kan dan niet meer via het Lauwersmeer afvoeren en is in die situatie geheel aangewezen op de sluizen en gemalen in Harlingen Lemmer en Stavoren.

De maximaal toelaatbare waterstand op het Lauwersmeer is 0,00 m NAP. De kaden langs het Lauwersmeer hebben momenteel een hoogte van +0,50 m NAP. De extra hoogte van 0,50 m ten opzichte van de maximaal toelaatbare waterstand (de zogenaamde waakhoogte) dient om golfslag op te vangen en als veiligheidsmarge.

Marnewaard, inclusief Westpolder
Het streefpeil van de Marnewaard wordt gehandhaafd door een gemaal aan de westzijde van de Marnewaard, dat uitslaat op het Lauwersmeer. De Marnewaard ontvangt water uit enkele peilgebieden met een hoger peil uit de Westpolder. De afwateringsrichting van de Westpolder verloopt via een stuw naar de Marnewaard, waar het door middel van het genoemde gemaal op het Lauwermeer wordt uitgeslagen.

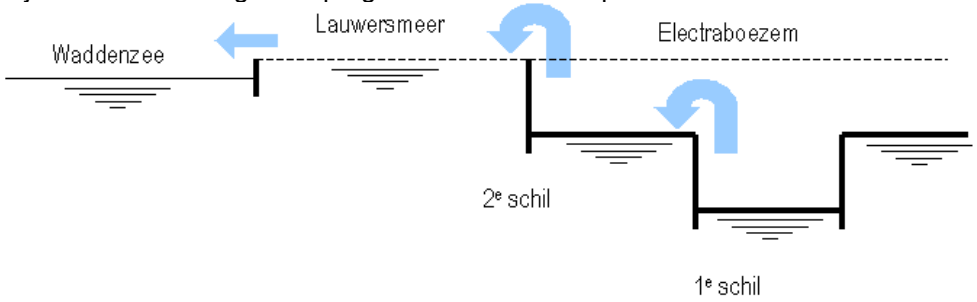
Friesland: boezem en polders
Alle gebieden in de provincie Friesland ten zuiden van het Lauwersmeer en ten zuiden van de Dokkumer Ee worden gerekend tot de Friese boezem: het stelsel van met elkaar in open verbinding staande meren vaarten en kanalen waarop één peil van NAP –0,52 m wordt gehanteerd. Langs de Friese boezem liggen kades om te hoge boezemwaterstanden op te vangen.
Vanuit de Friese boezem en vanuit de polders Dongerdielen (waaronder Anjumer Kolken) en Engwierum wordt water afgevoerd richting het Lauwersmeer. De overige poldersystemen in het studiegebied wateren allemaal af op de boezem of op een van de genoemde polders:

- De *Engwierumerpolder* is voor aan- en afvoer van water geheel afhankelijk van het Lauwersmeer. Wetterskip Friesland beheert het peil in de Engwierumerpolder. De Engwierumerpolder heeft bij een geringe waterstandstijging op het Lauwersmeer al problemen met de waterafvoer.
- Voor de polder Dongerdielen hanteert Wetterskip Friesland een streefpeil in het afwateringsgebied dat wordt gerealiseerd door wateraanvoer vanuit de Friese boezem en waterafvoer naar het Lauwersmeer. Binnen het bemalingsgebied zijn voor de lage gronden onderbemalingen gerealiseerd. De hogere gronden worden door middel van stuwen op een hoger streefpeil dan het maalpeil gehouden. De hogere gronden bevinden zich vooral langs de Waddenkust en langs het Dokkumerdiep. Vanuit de Friese boezem kan het bemalingsgebied van water worden voorzien in droge perioden.

- Binnen de polder Dongerdielen liggen de Anjumer Kolken. Het zuidelijke deel heeft een drooglegging van circa 70 centimeter. Het noordelijke deel heeft een huidige drooglegging van circa 95 centimeter. Deze bemalen gebieden zijn lager dan de omgeving. De oorzaak van deze ligging is in hoofdzaak de vroegere selnering die in dit gebied heeft plaatsgevonden. De Anjumer Kolken worden apart beschouwd omdat er mogelijk effecten worden verwacht.

WING-studie en 'schillenplan'
Relevant voor dit MER is hoe tot op heden bij de regulering van het oppervlaktewatersysteem is en wordt omgegaan met de gevolgen van bodemdaling en zeespiegelstijging. In dat kader is de zogenoemde WING-studie van belang ("*Waterhuishouding In Noord en West Groningen*" [ref. 4.14]). Deze studie beschrijft een samenhangend pakket van technische maatregelen om de negatieve gevolgen van bodemdaling ten gevolge van de winning in het aardgasveld van Slochteren te compenseren. Uitgangspunt daarbij is dat het huidige streefpeil van het Lauwersmeer voorlopig gehandhaafd blijft (peilconsolidatie) en een vrije afvoer vanuit Groningen (en Drenthe) niet verder belemmerd wordt.

Met name vermeldenswaardig is dat op grond van de WING-studie is besloten de afwatering van de Elektraboezem in noordwestelijke richting te handhaven. Dit betekent dat het waterbezwaar op de Elektraboezem blijvend via het Reitdiep en het Lauwersmeer zal worden afgevoerd. Vervolgens is uitgegaan van een splitsing van de Elektraboezem in drie delen het zogenoemde schillenplan (figuur 4.4). In drie boezemschillen worden de peilen gecorrigeerd op basis van de opgetreden bodemdaling door aardgaswinning zoals blijkend uit de metingen en prognoses die de NAM periodiek uitvoert.



Figuur 4.4 Werkingsprincipe indeling schillen [ref. 4.2].

De eerste schil is in 1992 gerealiseerd. Voor de peilregeling van het deel van de Elektraboezem dat binnen deze eerste schil ligt, wordt met de aansturing van het gemaal Den Deel, ervoor gezorgd dat het waterstandsverloop binnen de eerste schil gelijke tred houdt met de rest van de Elektraboezem. De gemalen in de tweede schil zullen op een vergelijkbare wijze worden aangestuurd. De werken voor de tweede schil zijn deels nog in uitvoering.

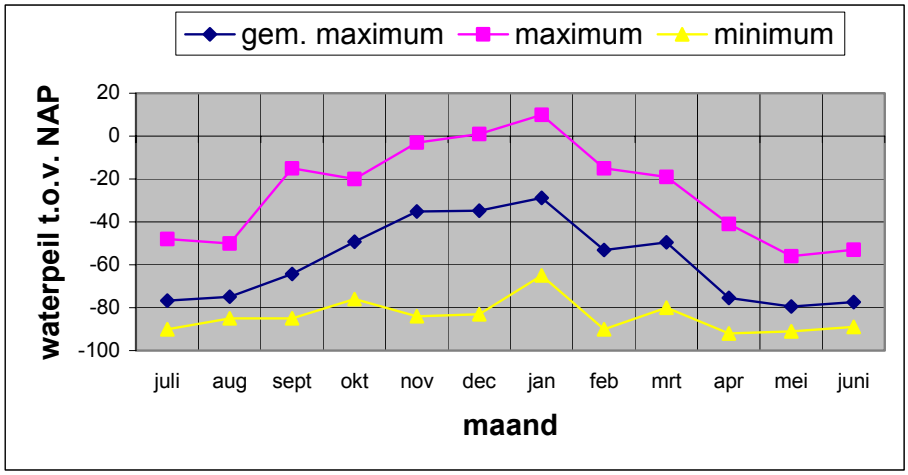
In een vervolgstudie zijn ook de aardgasvelden Vierhuizen Munnekezijl en Anjum meegenomen. Daarbij blijkt dat de schillenmaatregelen de bodemdaling die door winning in deze velden nog gaat ontstaan vrijwel geheel compenseren [ref. 4.14]. Voor de omgeving van Zoutkamp wordt een nader onderzoek noodzakelijk geacht. Het effect op het oppervlaktewatersysteem van bodemdaling door aardgaswinning wordt met de schillenmaatregelen dus al voor een deel ondervangen. Een aandachtspunt is dan welke extra 'ruimte' het schillenplan biedt om ook de bodemdaling door de voorgenomen nieuwe winningen op te vangen.

Peilfluctuaties, inundatiefrequentie, afslag
Het besluit om de Lauwerszee af te sluiten is indertijd mede ingegeven door de wens om de waterhuishouding van het oppervlaktewatersysteem beter te kunnen sturen. Sinds 1969 is dit inderdaad ook veel beter mogelijk geworden dan voorheen: het systeem is immers veel statischer geworden en heeft de waterhuishouding veel minder gevoelig gemaakt voor de dynamiek van weer en getij.

Niettemin is er in de huidige situatie nog steeds sprake van een zekere peilfluctuatie, zoals in het eerste deel van deze subparagraaf al is aangegeven. Deze peilfluctuatie is voor dit MER een belangrijke factor. In de beheersscenario's voor het Lauwersmeergebied wordt ingezet op een grotere peildynamiek in de toekomst dan in de huidige situatie, niet in de laatste plaats omdat daarmee het beheer en de ontwikkeling van de natuur in het Lauwersmeer in een gewenste richting (terug)gestuurd kan worden. Dit wordt in paragraaf 4.2.3 en 4.3 nog verder toegelicht, maar in de kern komt het erop neer dat er met meer en grotere peilfluctuaties een groter gebied frequenter onder water komt te staan (inundatie). Afhankelijk van de manier waarop het dynamische peilbeheer wordt ingevoerd, kan dit positief uitpakken voor de levende natuur (vegetatie en fauna). Neemt de inundatiefrequentie toe, dan kan dit ook als consequentie hebben dat er plaatselijk meer afslag plaatsvindt van onbeschermde oevers, hetgeen voor de soorten die juist daar voorkomen weer minder gunstig kan zijn. Tegen deze achtergrond is het zinvol kort aandacht te besteden aan peilfluctuaties, inundatiefrequenties en de afslag van oevers in de huidige situatie.

Peilfluctuaties

Het A&W-rapport [ref. 4.1] en het Grontmij-rapport [ref. 4.2] bevatten informatie over de overschrijdingsfrequentie van het streefpeil (NAP -0,93 m) op het Lauwersmeer in de jaren 2002[3] tot en met 2004. Daaruit blijkt dat in periode september tot maart het streefpeil tot 10 dagen per maand wordt overschreden. In de periode mei – juni staat het water vaak juist lager. Dit patroon van hogere waterstanden in de winterperiode en lagere in de zomerperiode is ook te zien in figuur 4.5, die de veel langere periode 1973-1995 bestrijkt.



Figuur 4.5 Variatie in boezempeil in het Lauwersmeer (sept. 1973 – dec. 1995) [ref.4.1].

Peilen en fluctuaties [ref. 4.1]

Forse overschrijdingen van het streefpeil komen voor in alle maanden van het jaar. Voor de periode 1973-95 bestaat het volgende beeld. In de maanden april tot en met augustus blijft het gemiddeld maandelijks maximum beneden 75 cm –NAP, maar in uitzonderlijke gevallen stijgt het boezempeil in deze maanden tot waarden tussen 55 en 40 cm –NAP. In de maanden september tot en met maart is zowel het gemiddeld maximum waterpeil als het maximum gemeten waterpeil veel hoger. Het gemiddeld maximum waterpeil is het hoogst in de maanden november – januari; in deze maanden komt het gemiddeld maximum boven 40 cm –NAP, een overschrijding van het boezempeil van ca. 60 cm. In het vroege voorjaar (februari - maart) en het najaar (september – oktober) is het gemiddeld maximum waterpeil wat lager. Het maximum gemeten waterpeil bedraagt in alle maanden in de periode september – maart meer dan 20 cm –NAP. Waarden boven NAP zijn voornamelijk waargenomen in december – januari. Het wintermaximum in de periodes 1973/74 – 1995/96 en 2003 - 2004 werd doorgaans bereikt in de maanden november – januari (22 van de 25 keer), één maal al in oktober en twee maal pas in maart.

[3] Van 2002 ontbreken de maanden januari, februari, maart.

Overschrijdingen van het streefpeil doen zich zowel in de winter als zomer voor. In 2003-2004 was er op 76 dagen in de winterperiode (182,5 dagen) een waterstand hoger dan 90 cm –NAP. In jaren 1975-83 gebeurde dat op 55 van 180 dagen [4.11]. In 2003-2004 bedroeg het aantal dagen met een maximale dagwaterstand hoger dan 90 cm –NAP in de zomerperiode 98 dagen. In de periode 1975-83 was dat op 40 van de 180 dagen het geval [4.11].

Inundatiefrequentie

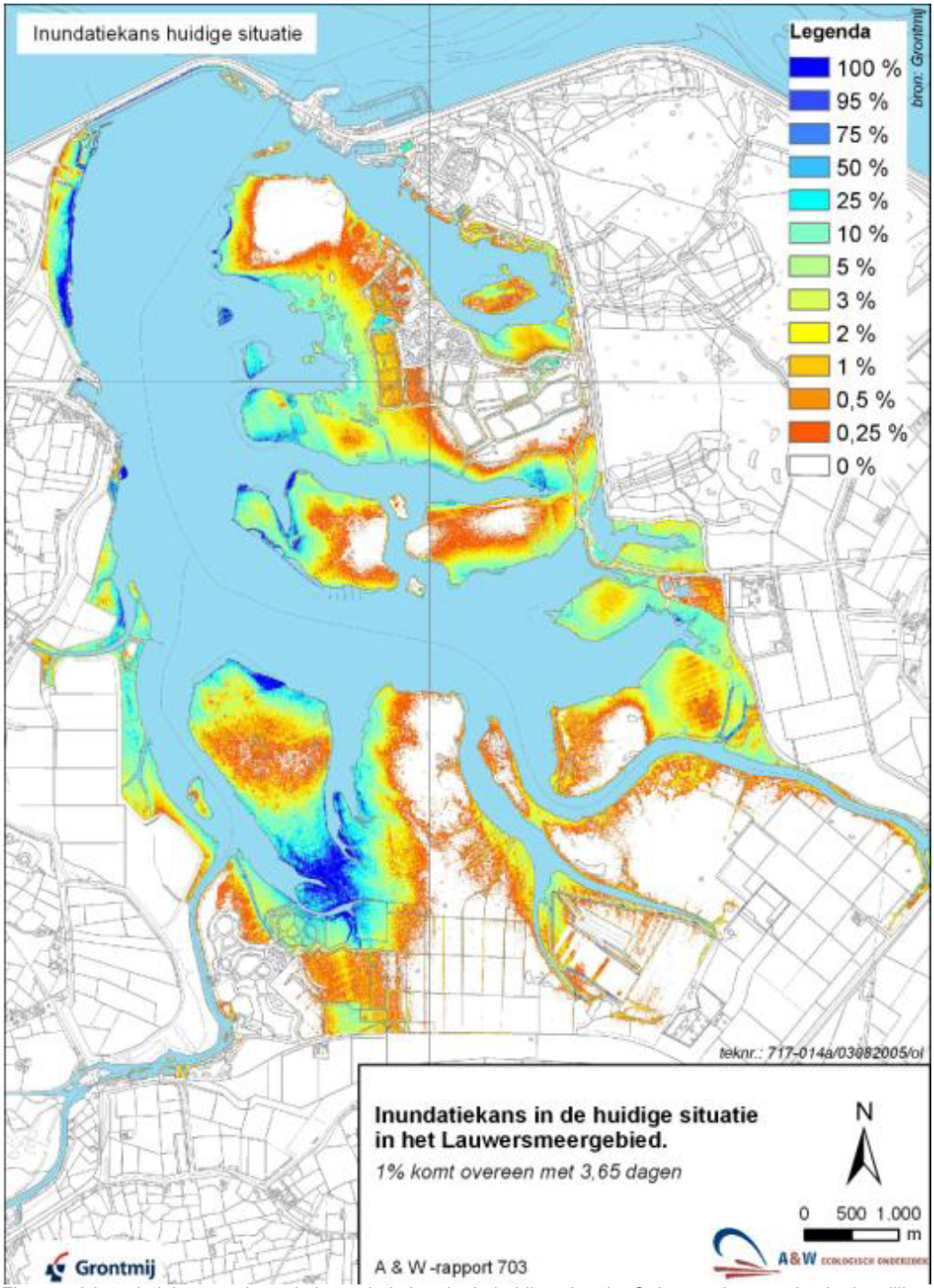
Op basis van de maximale waterstanden per dag in 2003-2004 is een inundatiekansenkaart gemaakt (figuur 4.6). Aangegeven is het percentage van dagen per jaar dat een terreindeel kans loopt te worden overstroomd. In tabel 4.1. zijn de waterpeilen en aantallen dagen per jaar weergegeven waarop figuur 4.6 is gebaseerd. De gegevens zijn uitgedrukt in percentage en dagen per jaar en bijbehorend maximaal waterpeil, gebaseerd op waterstanden te Lauwersoog in de jaren 2003 en 2004. Omdat alleen gebruik kon worden gemaakt van de meetgegevens van Lauwersoog, is geen rekening gehouden met opstuwing van water aan de oostzijde (noordwester storm) en in de geulen. De periode waarop de berekening van de inundatiekans is gebaseerd is kort, namelijk slechts twee jaren en mogelijk niet representatief voor de variatie in peilen die kan optreden. Toch zijn deze data als basis gebruikt voor de inundatiekansenkaarten omdat voor de periode 1988-1996 de gegevens niet in onbewerkte en digitale vorm beschikbaar zijn en de waterstandgegevens van de periode 1996 – maart 2002 in het geheel ontbreken (zie hoofdstuk 8).

Tabel 4.1 Overschrijdingskans (% en dagen per jaar 2003 en 2004).

Percentage	Dagen/jaar	Waterpeil (cm –NAP)
100	365	99
95	347	93
75	274	90
50	182,5	88
25	91,5	77
10	36,5	56
5	18,5	45
3	11	38
2	7,5	32
1	3,5	21
0,5	2	18
0,25	0,5	3

’s Winters is er vaak sprake van hoge grondwaterstanden (plas-dras). Ook uit gegevens van stijghoogten gemeten door TNO en Staatsbosbeheer in ondiepe lagen in het Lauwersmeergebied, blijken grote delen te inunderen in de winterperioden [ref. 4.2].
In de zomer zakken vooral op de kleiiger gronden de grondwaterstanden diep weg. Het gebied kent een gradiënt of overgang van zandige bodem in het noorden naar zavelige en kleiige bodems in het zuiden en aan de oost- en westrand.

Bij een te handhaven waterstand van NAP -0,93 m heeft het Lauwersmeer samen met het daarmee in open verbinding staande gedeelte van het Reitdiep tot aan het boezemgemaal Waterwolf te Lammerburen een oppervlakte van ruim 2.400 ha (en 6.700 ha land). Loopt de waterstand op, dan overstromen rietvelden en zandplaten en breidt het wateroppervlak zich geleidelijk uit. Bij een waterstand van NAP ±0,00 m is het wateroppervlak circa 4.700 ha. Bij deze waterstand wordt (tussen NAP –0,93 m en NAP ±0,00 m) op het Lauwersmeer circa 30 miljoen m³ water geborgen.



Figuur 4.6 Inundatiekans gedurende het gehele jaar in de huidige situatie. Gebaseerd op maximale dagelijkse waterstanden bij Lauwersoog in de jaren 2003 en 2004 [ref.4.2].

Afslag

Over de afslag van oevers zijn geen kwantitatieve gegevens voorhanden. Wel is een algemeen beeld te schetsen.

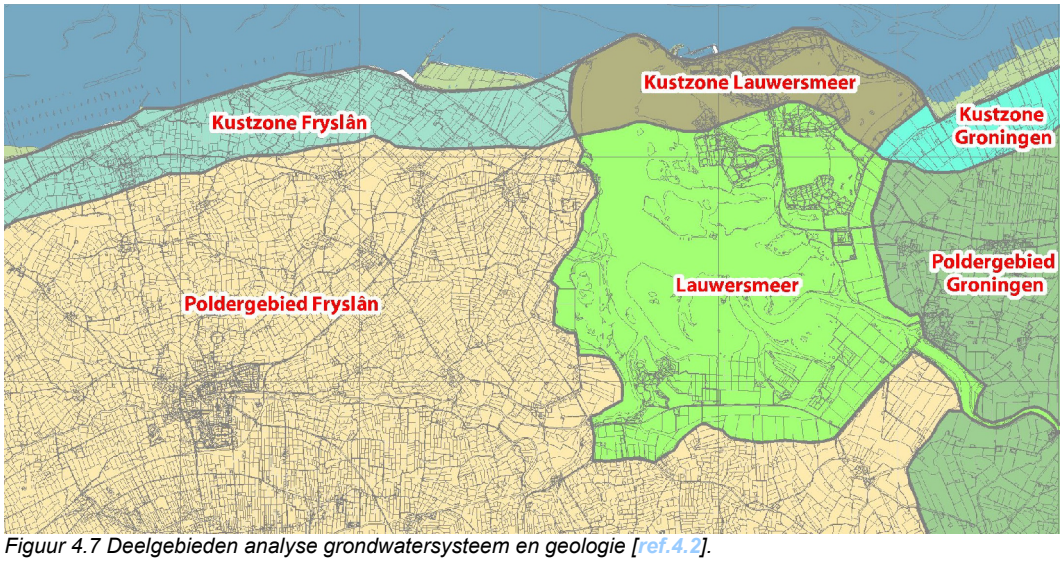
Door de afsluiting van de Lauwerszee is het gebied veranderd van een systeem met getijdenwerking naar een systeem met een vast (streef)peil, dat gemiddeld lager ligt dan voorheen en veel minder natuurlijke dynamiek kent. Hierdoor is het geïnundeerde oppervlak sterk afgenomen en zijn grote oppervlakten zand- en slikplaten droog komen te liggen. Direct na de inpoldering zijn de meest geëxponeerde plaatranden in een hoog tempo afgeslagen. Daarom zijn op uitgebreide schaal oeververdedigingen aangelegd, die midden jaren ’90 in een herstelprogramma zijn opgeknapt en uitgebreid. Langs de plaatoevers met geëxponeerde ligging (zonder oeververdediging) treedt evenwel nog

steeds afslag op. De afslag is het sterkst op de intensiever beweide terreinen. Beschut gelegen platen zijn aangegroeid met rietgordels.

4.2.2 Het grondwatersysteem: de huidige situatie

In het grondwatersysteem wordt het water beschreven dat zich beneden de grondwaterspiegel bevindt. Figuur 4.7 laat zien welke (deel)gebieden binnen het grondwatersysteem zijn onderscheiden:

- de kuststrook: kustzone Fryslân, kustzone Lauwersmeer, kustzone Groningen;
- het (overige) poldergebied van Fryslân en Groningen;
- het Lauwersmeer en het gebied direct daaromheen.



Figuur 4.7 Deelgebieden analyse grondwatersysteem en geologie [ref.4.2].

Grondwatergegevens laten zien dat er regionaal sprake is van een landinwaartse grondwaterstroming vanaf de Waddenzee. In watervoerende lagen vindt voornamelijk horizontale stroming plaats. De indringing van zeewater is dan ook voor te stellen als een langgerekte zoutwatertong die zich uitstrekt van de Waddenzee tot enkele kilometers landinwaarts. Het stijghoogteverval in het eerste watervoerende pakket loodrecht op de kust is echter zeer gering, wat inhoudt dat de landinwaartse stroming zeer traag verloopt. De landinwaartse grondwaterstroming zorgt voor twee soorten (zoute) kwel:

- Door het potentiaalverschil tussen zeeniveau en oppervlaktewaterpeil binnendijks ontstaat *dijkskwel*. Bodemdaling en zeespiegelstijging kunnen deze zoute kwel versterken naar de soms diep (tot in de zandondergrond) gegraven dijkstochten of naar het Lauwersmeer;
- Daarnaast komt *grondwaterkwel* voor De weerstand van de Holocene veen- en kleipakketten en het stijghoogteverschil tussen het grondwater en het oppervlaktewaterpeil, bepalen over het algemeen de intensiteit van deze grondwaterkwel. Doordat het grondwater opkwelt vanuit mariene afzettingen in de ondergrond, heeft ook dit kwelwater een zout karakter. Zeespiegelstijging, inklinking, afgraving en bodemdaling hebben een effect op de mate waarin grondwaterkwel optreedt.

In de kuststrook, het poldergebied en het Lauwersmeer leidt dit tot zoet-zout overgangen en gradiënten (zie onder).

De kuststrook is een circa 2 km brede zone die relatief hoog ligt (ca + 50 cm NAP tot ca +1,50 m NAP) en waarin vooral sprake is van dijkskwel. Deze wordt veroorzaakt door de relatief hoge grondwaterdruk – welke ontstaat door het drukverschil tussen het peil buiten- en binnendijks - in het watervoerende pakket en de aanwezigheid van lichte gronden met een lage weerstand voor grondwaterstromingen.
In de relatief laag gelegen *poldergebieden* (-1.00 m NAP) verder landinwaarts is vooral sprake van grondwaterkwel die wordt gereguleerd door het drukverschil tussen grond- en oppervlaktewaterpeil en de hydraulische eigenschappen van de ondergrond. De oppervlaktewaterpeilen in het poldergebied worden – ten behoeve van het

landbouwkundig gebruik - kunstmatig laag gehouden. Lokaal worden in de polders hoge concentraties zout in het oppervlaktewater gemeten. Deze verhoogde zoutconcentratie is ontstaan door verticaal transport van 'oud' zeewater in het watervoerende pakket. De zeer lage polderpeilen zorgen voor een groot drukverschil tussen oppervlaktewater en grondwater. Daarnaast heeft het plaatselijk afgraven van de deklaag (afgeticheld) voor vermindering van de weerstandsbiedende laag gezorgd. Hierdoor is de weerstand tegen (zoute) kwelstroming kleiner.

Het Lauwersmeer *en het gebied direct daaromheen* heeft door de afwijkende geologische opbouw een lagere weerstand tegen (dijks- en) grondwaterkwel (grovere zandlagen in de geulen). Ondanks de huidige verzoeting van het Lauwersmeer sinds de afsluiting, is het gebied nog zout.
Op kleinere schaal vindt ook kwelstroming plaats. Het grondwater in de zandplaten en voormalige kwelders is nog niet ontzilt. In de winter treedt hier ontzilting op doordat neerslag infiltreert. In de zomerperioden treedt weer verzilting op door capillaire opstijging bij neerslagtekort. Bovendien neemt de dijkskwel in verhouding toe naarmate de aanvoer van zoet water in de zomer afneemt en dus het oppervlaktewaterpeil lager is. Aangenomen wordt dat de kwelsituatie in zomer en winter – op microniveau – elkaar opheffen.

In de huidige situatie komt in het studiegebied de grootste verzilting voor in het gebied tussen Dokkum en het Lauwersmeer, met name tussen Anjum en Ee (1.500-2.000 mg/liter). In de overig gebieden langs de Waddenkust treedt ook verzilting op maar trager [ref. 4.24].

4.2.3 De autonome ontwikkeling en vier beheersscenario's

Zeespiegelstijging, klimaatverandering, bodemdaling
In de komende periode moet de waterhuishouding in het studiegebied hoe dan ook worden aangepast, ongeacht of de voorgenomen winningen wel of niet uitgevoerd gaan worden. Aanpassingen zijn noodzakelijk vanwege:

- *Zeespiegelstijging*. Zie hiervoor ook paragraaf 3.1. Daar is aangegeven dat de zeespiegelstijging al minstens 100 jaar een constante snelheid heeft van 1,8 mm/jaar. Andere bronnen – waaronder de 'Watervisie' die hieronder aan de orde komt – gaan uit van een middenscenario voor zeespiegelstijging van 6 mm/jaar. Hoe dit ook zij: het is in elk geval een zekerheid dat de zeespiegel stijgt en zal blijven stijgen. Uit het oogpunt van waterbeheer zijn primair de veranderingen in het spuivenster van de sluizen bij Lauwersoog (kwantiteitsbeheer) en de verzilting (kwaliteitsbeheer) van belang;
- *Klimaatverandering/neerslagpatroon*. Voor het Lauwersmeergebied zijn ook verwachtingen omtrent klimaatverandering van belang. Het gaat daarbij met name om het neerslagpatroon: 20% meer neerslag in natte perioden;
- *Bodemdaling*. Dit betreft de bodemdaling door klink (zie kader) en de nog resterende bodemdaling door de winning van aardgas uit de Anjum-, Munnekezijl- en Kollumerpompvelden. Als gevolg van de bestaande winningen daalt de bodem in het Lauwersmeergebied in het diepste punt tot maximaal circa 12 cm. Het diepste deel van de daling ligt bij het noordelijk deel van de Anjumer Kolken. De sluizen bij Lauwersoog dalen 2 cm. Het Lauwersmeer zelf, inclusief de vrij afstromende gronden zal dalen tussen de 4 en 6 cm in het oostelijk deel en 6 en 10 cm in het westelijk deel.

Klink/Veenoxidatie
Naast bodemdaling door gaswinning vindt er in Noord-Nederland ook bodemdaling door veenoxidatie plaats. Veenoxidatie ontstaat wanneer veen wordt blootgesteld aan zuurstof als gevolg van ontwatering. Veen komt in het plangebied zeer lokaal voor. Aan de randen van het Lauwersmeergebied komen ondiepe dunne Holocene veenpakketten voor die niet zijn geërodeerd door de mariene zandafzettingen. Ontwatering van deze veenlagen zal niet of nauwelijks plaatsvinden omdat de verwachte bodemdaling als gevolg van gaswinning op deze locaties zeer gering is. De effecten van veenoxidatie zijn in het plangebied dan ook zeer gering. Ook in het voormalige veengebied Anjumer Kolken wordt - door het afgraven van het veen voor selnering - geen bodemdaling door veenoxidatie verwacht.

Oppervlaktewatersysteem
Door zeespiegelstijging en bodemdaling van bestaande winningen (Anjum, Munnekezijl) zal in het binnendijkse gebied de verzilting geleidelijk toenemen. Er wordt geen sterke toename verwacht (tot 0,4 kg/m^3) maar de toename is het grootst in de kuststrook en neemt verder landwaarts geleidelijk af.

Als ervan uit wordt gegaan dat het streefpeil van het Lauwersmeer gelijk blijft, zal zeespiegelstijging ertoe leiden dat de spuicapaciteit van de Lauwerssluizen terugloopt. Immers, er komt meer water, terwijl er door de zeespiegelstijging tegelijkertijd een afname is in het aantal uren per etmaal en uiteindelijk het dagen per jaar dat er gespuid kan worden. Naar verwachting zal door zeespiegelstijging over circa 30 jaar het verschil tussen het huidige peil in het Lauwersmeer en gemiddeld laagwater op het wad tot 0 cm zijn gereduceerd. Met minder spuivermogen tot gevolg [ref. 4.19]. Het gevolg van zeespiegelstijging en het verminderde spuivermogen is dat het streefpeil vaker overschreden gaat worden en dat mogelijk overschrijdingen ook hoger zijn dan tot nu toe het geval is geweest.
Wanneer deze veranderingen echt merkbaar worden is onzeker, maar ze zijn onvermijdelijk. Het toekomstige waterbeheer van het Lauwersmeer moet deze veranderingen kunnen verwerken met inachtneming van de gebruiksfuncties van het gebied en de randvoorwaarden vanuit de aangrenzende Friese en Groningse boezems. Door bodemdaling neemt bij een gelijkblijvend streefpeil voor het Lauwersmeer de afstroming en daarmee de drooglegging van de aangrenzende gronden af. Ook neemt door de daling van de aangrenzende dijken en kades de waakhoogte af en daarmee de bergingscapaciteit van de boezem. Voor peilregelende kunstwerken die het water afvoeren naar het Lauwersmeer neem de opvoerhoogte toe.

Grondwatersysteem
Voor het grondwatersysteem zijn bodemdaling en zeespiegelstijging ook van belang. Via een effect op de grondwaterstromen zijn zij mede verantwoordelijk voor een geleidelijke verzilting van het oppervlaktewater (zie hierboven). Die verzilting is trendmatig (zie paragraaf 4.2.2) en zal verder toenemen indien maatregelen (zoals bijvoorbeeld doorspoelen) achterwege blijven.

Het proces van verzilting van het oppervlaktewater via (grondwater)kwelstromen in reactie op zeespiegelstijging en bodemdaling werkt als volgt:
- Door de zeespiegelstijging stijgt het grondwaterpeil en de stijghoogte van het watervoerende pakket. Hoe dichter bij de dijk, hoe groter het effect. Hierdoor neemt vooral in de kustzone het drukverschil toe;
- Door bodemdaling neemt de drooglegging af en zal binnen het beheer het oppervlaktewaterpeil worden aangepast (d.w.z. verlaagd). Hierdoor neemt het druk-verschil verder toe en daarmee ook de verzilting.

In de meer landinwaarts gelegen poldergebieden is de grondwaterstijging als gevolg van zeespiegelstijging relatief beperkt, maar daar staat een grotere daling van het oppervlaktewaterpeil als gevolg van bestaande gaswinning (Anjum) tegenover. Omdat de poldergebieden een relatief laag oppervlaktewaterpeil hebben zal zonder maatregelen de verzilting er relatief hoog oplopen.

De mate waarin verzilting door zeespiegelstijging en bodemdaling optreedt, is daarmee afhankelijk van de afstand tot de Waddenzee, de hoogteligging van het gebied, de hydraulische eigenschappen van de ondergrond en het gevoerde waterbeheer (zowel het kwaliteits- als het kwantiteitsbeheer).

In 1997 heeft TNO-NITG een studie verricht naar ondermeer de effecten van zeespiegelstijging (30 cm in 50 jaar) op het verschil in stijghoogten de fluxen (kweldruk) en de verandering in zoutbelasting/verzilting. Daarin is geconcludeerd dat een toename van infiltratie van zout (Waddenzee)water en een daaraan gekoppelde toename van de zoute kwel in een brede zone achter de kust merkbaar, maar gering is. Vooral in het noordoosten van Friesland treedt dit verschijnsel op. Dit effect – verhoging stijghoogten - strekt zich uit langs de kustzone en is tot ongeveer 2 tot 6 km landinwaarts nog merkbaar [ref. 4.24].
De toename van de zoutbelasting is het sterkst merkbaar in de randzone vlak langs de kust (circa 2000 kg/ha/jaar). Nabij het Lauwersmeer wordt de sterkste toename berekend (5.000 – 10.000 kg/ha/jaar). De extra verzilting als gevolg van de zeespiegelstijging is niet groot: tot 0,4 kg/m^3 verhoging van de dichtheid. Effecten zijn het grootst ten noorden van Harlingen en tussen Ternaard en Wierum [ref. 4.24].

Overige functies in de autonome ontwikkeling
Het waterbeheer in het studiegebied is thans afgestemd op meerdere functies. In grote lijnen zijn het huidige waterbeheer en deze activiteiten goed op elkaar afgestemd. Toekomstige wijzigingen in het waterbeheer kunnen daarin verandering brengen. De eisen die vanuit deze gebruiksfuncties voortkomen zijn samen te vatten als: zodanig aanpassen of in stand houden van de bestaande situatie dat de huidige gebruiksmogelijkheden van het Lauwersmeergebied niet wezenlijk veranderen. Dit is het beleidsuitgangspunt ten aanzien van de autonome ontwikkeling. Ten aanzien van het gebied buiten Lauwersmeergebied is ook voor de toekomst veelal de functietoekenning ‘water voor landbouw’ aangegeven [4.7 en 4.15].
In de autonome ontwikkeling hebben de overige gebruiksfuncties, met name natuur, ook een belangrijke invloed op de abiotische component (waterhuishouding) van het systeem via de keuzes die ten aanzien van de verschillende functie worden gemaakt in het beheer. Het huidige beheer is afgestemd op het bedienen van alle functies. Het behalen van de doelen voor het Lauwersmeer is niet alleen afhankelijk van de infrastructuur (waterhuishouding), maar ook van het hiermee gevoerde beheer.

Natuurambities en beheersscenario´s
Een geheel andere overweging om de waterhuishouding aan te passen vloeit voort uit het feit dat het Lauwersmeer de status heeft van Nationaal Park en is aangewezen als Speciale Beschermingszone op grond van de Vogelrichtlijn[4]. Dit brengt de verplichting met zich mee om de gewenste natuurdoelen te realiseren. Meer waterdynamiek in het Lauwersmeer zou daarin een sleutelrol kunnen spelen.

In april 2005 presenteerden de provincies gezamenlijk de eerste resultaten van het onderzoek dat zal leiden tot een nieuwe visie op het waterbeheer in en rond het Lauwersmeer: de Watervisie [ref. 4.6 en 4.23]. De *Watervisie* is geen autonoom beleid maar onderscheidt vier waterhuishoudkundige ontwikkelingsscenario’s, waarvan er één (als referentie) uitgaat van het huidige beheer en er drie een meer natuurgerichte oriëntatie hebben:

- *Peilconsolidatie*: hoofddoelstelling hierin is de huidige afvoermogelijkheden vanuit Fryslân en Groningen via het Lauwersmeer onverkort te handhaven. Het streefpeil op het Lauwersmeer blijft zolang als de zeespiegelstijging dat toelaat op het huidige niveau van NAP –0,93 m (later NAP –1,03 m) en de bergingsfunctie van het Lauwersmeer blijft behouden;
- *NatZoet*: een 40 cm hogere winterwaterstand op het Lauwersmeer. Hierbij staat een deel van de platen een half jaar onder water. Hiermee wordt een gunstige situatie voor de beoogde natuurlijke ontwikkeling van het gebied bereikt. De ongewenste verbossing wordt tegengegaan;

[4] Per oktober 2005 is de gebiedsbescherming in de Natuurbeschermingswet 1998 geregeld.

- *NatZout*: een 40 cm hogere winterwaterstand op het Lauwersmeer in combinatie met het inlaten van zout water. Het Lauwersmeer wordt dan volledig zout. Voor de beoogde natuurlijke ontwikkeling wordt een nog gunstiger situatie bereikt dan met NatZoet;
- *Estuarien*: het Lauwersmeer wordt zout en krijgt een tweemaal daags wisselende waterstand onder invloed van eb en vloed. Dit scenario is zeer gunstig voor de beoogde natuurlijke ontwikkeling en is het lange termijnstreefbeeld voor het Nationaal Park.

De huidige infrastructuur tot het jaar 2030 voldoet voor Peilconsolidatie wanneer de voorziene WB21-maatregelen in Fryslân en de Elektraboezem worden uitgevoerd, en er aanvullende maatregelen worden genomen (zie kader).

Conclusies maatregelen voor de vier scenario's

De rekenscenario's voor de situatie in 2030 leveren als voornaamste conclusies [ref. 4.6]:

- Hoofdconclusie is dat de huidige infrastructuur inclusief de reeds besloten WB21-maatregelen (aangevuld met een gemaal bij Harlingen) tot 2030 volstaat voor Peilconsolidatie, mits er 2 miljoen kubieke meter extra berging in Groningen en Drenthe[5] wordt gerealiseerd, en de kades in het Lauwersmeer circa 15 cm en in Noordoost Fryslân enkele centimeters worden opgehoogd.
- Bij het handhaven van de huidige infrastructuur (de referentie) komen bij scenario Peilconsolidatie maalbeperkingen op de Friese boezem, zonder compenserende maatregelen iets vaker voor dan nu, en in de rest van het gebied even vaak. Het afvoerpatroon in Fryslân zal enigszins wijzigen doordat naar verwachting met name in de winter meer water via Harlingen Lemmer en Stavoren zal worden afgevoerd. Dat komt doordat de vrije afstroming van Dokkumer Nieuwe Zijlen naar het Lauwersmeer wordt beperkt. Voor de Elektraboezem zullen de Elektragemalen vaker en langduriger moeten worden ingezet.
- Ook de scenario's NatZoet, NatZout en Estuarien zijn tot 2030 met de huidige infrastructuur te realiseren mits de eerder genoemde extra maatregelen worden uitgevoerd. Het is dan niet nodig om in Groningen vaker bergingsgebieden in te zetten. De Elektragemalen zullen in de winterperiode permanent moeten pompen. In de Friese situatie neemt de afvoercapaciteit naar het Lauwersmeer af. Daardoor is er op de Friese boezem vaker een geringe overschrijding van het streefpeil in de winter in met name Noordoost Fryslân. Maalbeperkingen komen vaker voor en de waterafvoer verschuift in de richting van de grote gemalen bij Stavoren en Lemmer, die daardoor vaker moeten pompen.
- Bij het scenario Estuarien is een verschil tussen eb en vloed op het Lauwersmeer van 0,6 m haalbaar. Dit is ecologisch gezien voldoende.
- Voor de middellang tot lange termijn (2100) worden twee opties beschouwd: (1) een gemaal bij Lauwersoog en (2) een nieuw gemaal bij Dokkumer Nieuwe Zijlen aanpassing van de Elektragemalen kadeverhoging en/of behoud kerende hoogte van NAP +0,30 m in het Lauwersmeer, en indien nodig een aanvullend gemaal bij Lauwersoog.

De vier scenario's behoeven op tal van punten nog een nadere uitwerking. Zo is onduidelijk hoe lang de optie met lozing onder vrij verval veilig is voort te zetten na 2030. Ook moet worden bepaald in hoeverre met aangepaste infrastructuur een waterbeheer realiseerbaar is dat specifiek op het bereiken van natuurdoeleinden is gericht. Vooral de waterstandsverschillen die bij een NatZoet of NatZout scenario mogelijk zijn zonder de afwatering van de Friese boezem te belemmeren dienen nog specifieker te worden ingevuld [ref. 4.4, 4.6 en 4.17]. Verder brengen de scenario's NatZoet, NatZout en Estuarien extra kosten met zich mee omdat de gemalen van de Elektraboezem in de winter continu in gebruik zijn. In het kader van de ontwikkeling van de Watervisie vindt voornoemde nadere uitwerking plaats. Parallel aan de uitwerking wordt een Strategische Milieu Beoordeling (SMB) uitgevoerd, waarvoor recent de notitie ´reikwijdte en detailniveau ten behoeve van de SMB Watervisie Lauwersmeer´ door de provincies

[5] In Noorderzijlvest wordt momenteel het concept "meebewegende berging" uitgewerkt. De uitkomsten daarvan kunnen van invloed zijn op de benodigde aanvullende berging in het waterschap en op de pieken in de waterafvoer naar het Lauwersmeer. Hiermee wordt een veiligheidsniveau van 1 op 100 jaar bereikt.

Fryslân en Groningen is gepubliceerd als start van de procedure [ref. 4.23]. Voor de scenario's NatZout en Estuarien kan in verband met bodemdaling door gaswinning worden opgemerkt dat met het gedeeltelijk terugbrengen van de estuariene dynamiek in het Lauwersmeer ook de herstellende werking van sedimentatie/erosieprocessen wordt teruggebracht. Deze processen kunnen evenals in de Waddenzee bodemdaling tegengaan, weliswaar in beperkte mate omdat gesproken wordt over een gedempt getij en het spuiwerk een drempel vormt voor de aanvoer van sediment [ref. 4.16].

Oppervlaktewatersysteem
Alle scenario's vergen in elk geval aanpassingen van de waterhuishoudkundige infrastructuur. Die aanpassingen hoeven bij Peilconsolidatie niet altijd direct te worden gerealiseerd. Ze zijn afhankelijk van de mate van zeespiegelstijging en bodemdaling en kunnen gefaseerd in de tijd worden ingevoerd. Dat laatste biedt de mogelijkheid een deel van de ("geen spijt") maatregelen vroeg te nemen en een ander deel pas uit te voeren als er meer duidelijkheid is over het gedrag van bodem en zeespiegel. Bodemdaling door aardgaswinning (vanuit bestaande velden Anjum en Munnekezijl en de zes nieuwe velden) heeft tot gevolg dat het beslismoment naar voren wordt geschoven maar een geringere zeespiegelstijging (dan het voorziene middenscenario in de Watervisie) heeft het omgekeerde effect. Voor de andere scenario's hangt de mate waarin de waterhuishoudkundige infrastructuur direct moet worden aangepast er sterk vanaf of vrije afvoer vanuit Dokkumer Nieuwe Zijlen (DNZ) nog mogelijk is.

Grondwatersysteem
De vier beheersscenario´s zijn niet gemaakt met het oog op het grondwatersysteem, maar zijn daarop wel van invloed via peilverhoging en met name de inlaat van zoutwater.

4.2.4 De meest kritische parameters en het meest kritische scenario voor bodemdaling

Kritische abiotische parameters
Van belang is op welke wijze bodemdaling via de waterhuishouding leidt tot effecten op de levende natuur. In principe speelt bodemdaling in op een aantal relevante abiotische variabelen:

- Overstromingskans: uitgaande van een gelijkblijvend streefpeil en gelijkblijvende variatie in het te bergen watervolume, zal bodemdaling de kans op inundatie van het maaiveld vergroten in deelgebieden die niet met (voldoende hoge) kaden zijn afgeschermd;
- Afslag/golfenergie: bij het huidige waterpeilbeheer en het huidige peilverloop vindt op onbeschermde oevers lokaal afslag plaats. De ervaring leert dat afslag vooral plaatsvindt bij een licht verhoogd peil. De golfwerking treft dan de plaatselijk ontstane steilranden maximaal;
- (Toename) waterdiepte: door bodemdaling zal de waterdiepte, bij gelijkblijvend streefpeil, in de permanent geïnundeerde delen toenemen;
- Zoute kwel (zoet-zout overgangen/gradiënten): door bodemdaling kan de zoute kwel in het poldergebied en in het noordelijk deel van het Lauwersmeergebied enigszins toenemen. Daarnaast kan bodemdaling een gering effect hebben op lokale grondwaterstromingen op de platen. Door maaiveldzakking neemt het drukverschil, bij gelijkblijvend streefpeil, in geringe mate af tussen het ondiepe grondwater in de hogere delen en dat van de lagere delen. Dit effect is naar verwachting gering. Een ander effect is dat de zoetwaterbel onder de platen iets dunner wordt. Lokale grondwaterstromen kunnen zo het onderliggende zoutere grondwater aan de randen van de plaat iets omhoog duwen. De gevolgen hiervan zijn dat de zone waarin kalkrijk grondwater uittreedt iets minder breed wordt en dat aan de lagergelegen randen het zoute grondwater, via capillaire opstijging in de zomerperiode, een grotere invloed krijgt.

Meest kritische beheers- of beleidsscenario
Voor dit MER is het relevant welk effect bodemdaling door aardgaswinning heeft bovenop de autonome ontwikkeling. Duidelijk is dat de autonome ontwikkeling ten aanzien van de waterhuishouding moeilijk is in te vullen omdat daarover nog geen definitieve

besluitvorming heeft plaatsgevonden. Daarom moet in ieder geval rekening worden gehouden met een scenario dat voorborduurt op het huidig waterbeheer c.q. beleid. In dit geval is dat het scenario Peilconsolidatie waarin geen grote wijzigingen in het beheer zijn voorzien. Daarnaast is het zinvol om vast te stellen in welk scenario bodemdaling door gaswinning het meeste effect heeft, ofwel te achterhalen 'wat het ergste is dat kan gebeuren'.

De effecten van bodemdaling ten gevolge van aardgaswinning zijn veel kleiner dan de effecten ten gevolge van de scenario´s die voorzien in peilfluctuaties en vooral ook peilverhoging. In diezelfde scenario's levert bodemdaling eerder een positieve bijdrage dan dat dit belemmerend werkt [ref. 4.4, 4.6 en 4.17]. Kortom, in het geval van de scenario's NatZoet, NatZout en Estuarien is bodemdaling niet kritisch.

Bodemdaling bij Peilconsolidatie daarentegen versterkt de voorziene problematiek in de waterhuishouding (verkleinen spuivenster). Daarmee is Peilconsolidatie tevens het meest kritische scenario en vormt dit de referentie voor de effectbeschrijving in hoofdstuk 7. Overigens is de 'vernatting' die het gevolg is van bodemdaling bij peilconsolidatie positief voor de beoogde natuurdoelen vanuit de notie dat hiermee de autonome verruiging wordt afgeremd.

4.2.5 Resumé

Het Lauwersmeer vervult een transport- en bergingsfunctie en is van grote betekenis voor de waterafvoer uit westelijk Groningen en noordwestelijk Drenthe, via de Elektraboezem en de waterafvoer uit Fryslân, via de Friese boezem. Het systeem is sterk gereguleerd met behulp van gemalen stuwen en sluizen en is daarmee binnen bepaalde grenzen goed te controleren en af te stemmen op verschillende functies/behoeftes (sterk regelbaar).

Een belangrijk aandachtspunt in het Lauwersmeergebied is het optreden van zoute kwel in de dijksloten (dijkskwel) en in enkele poldergebieden waaronder de Anjumer Kolken (grondwaterkwel). Bodemdaling en zeespiegelstijging veroorzaken via een effect op de dijk- en grondwaterkwel een geleidelijk toename van de verzilting van het oppervlakte-water.

Ongeveer 70 dagen per jaar kan er door hoge waterstanden op de Waddenzee niet of onvoldoende worden gespuid met de Lauwerssluizen bij Lauwersoog. Het Lauwersmeer fungeert dan als een bergboezem. De maximaal toelaatbare waterstand op het Lauwersmeer is NAP 0,00 m. Hierbij inunderen vooral de lage en onbekade gebieden. De inundatiekans is het grootst in het westelijk deel van het Lauwersmeer. Bodemdaling kan hierop van invloed zijn.

Zowel voor de waterhuishouding als voor de natuur zijn in de (nabije) toekomst veranderingen in het waterbeheer voorzien. Hierover heeft echter nog geen definitieve besluitvorming plaatsgevonden. Alle beoogde beleidsscenario's voor de toekomst vergen aanpassingen van de waterhuishoudkundige infrastructuur. Die aanpassingen hoeven alleen voor wat betreft het scenario Peilconsolidatie - voortzetting van het huidige beheer - niet direct te worden gerealiseerd. De te nemen maatregelen zijn afhankelijk van de zeespiegelstijging en bodemdaling en kunnen gefaseerd in de tijd worden ingevoerd. Door zeespiegelstijging kunnen in de toekomst vaker en grotere overschrijdingen van het streefpeil optreden (verkleining spuivenster). Bodemdaling kan een effect hebben op de grootte van het overstromingsgebied en de overstromingsfrequentie (afhankelijk van de morfologie van de overstromingsgronden).

De belangrijkste abiotische variabelen mede in relatie tot vervolgeffecten op natuur, die samenhangen met het waterbeheer zijn: peildynamiek (in relatie tot inundatie- of overstromingsfrequentie/duur/areaal), waterdiepte, zoute kwel (in relatie tot verzilting), afslag (als gevolg van peildynamiek en golfenergie) en drooglegging.

Omdat de andere beleidsscenario's uitgaan van een relatief grote peilfluctuatie (40 cm) en het inlaten van zeewater, zijn de effecten daarvan groter dan die van bodemdaling

door aardgaswinning. Peilconsolidatie is dan ook het meest kritische scenario en vormt de referentie voor de effectbeschrijving in hoofdstuk 7.

Om de negatieve gevolgen van bodemdaling op het oppervlaktewatersysteem, met name die door de bestaande gaswinningen te compenseren is besloten tot het zogenaamde schillenplan. Deze schillenmaatregelen kunnen de toekomstige bodemdaling van de bestaande aardgaswinning (Anjum-, Munnekezijl- en Kollumerpompvelden) vrijwel geheel compenseren.

Kortom, bodemdaling is van invloed op de waterhuishouding, maar de toekomstige waterhuishouding ligt niet vast. De waterhuishouding is op zichzelf goed regelbaar, maar die veranderingen leiden wel tot veranderingen in met name (zoute) kwel en inundatie.

4.3 Levende natuur

4.3.1 Waterhuishouding en de levende natuur

Waterbeheer
Sinds het ontstaan van het Lauwersmeer is er een strak peilbeheer gevoerd. Dit heeft een aantal in de voorgaande paragraaf beschreven abiotische veranderingen tot gevolg gehad. Deze veranderingen beïnvloeden ook de levende natuur in het gebied. Immers, de waterhuishouding en het beheer zijn sturend in de ontwikkeling daarvan. In paragraaf 4.2.4 zijn in dat licht de meest kritische abiotische parameters in relatie tot de waterhuishouding al geïdentificeerd. Het gaat om veranderingen in de overstromingsduur, afslag van plaatranden waterdiepte en verzilting.

Deze veranderingen in abiotische processen krijgen betekenis door de hieronder opgesomde relaties met (effecten) op de levende natuur:

- De overstromingsduur (kans op inundatie): verandering in (planten- en vogel-)soorten van natte omstandigheden in laaggelegen plaatranden (zoals Vlinderbalg, Schildhoek, Sennerplaat/Blikplaatgat) en veranderingen in aantallen Veldmuizen (zie kader);
- Afslag: verandering in overstromingsgraslanden (met name Schildhoek en Pampusplaat);
- Waterdiepte: verplaatsing van waterplantvegetaties (mogelijk geremd op plekken waar riet en biezen groeien);
- Verzilting: enerzijds door dijkskwel, anderzijds door het omhoog/omlaag brengen van zouter grondwater aan de randen van de platen. Als genoemde effecten al doorwerken in de vegetatie, dan zal dat voornamelijk op de zandige platen van De Rug, De Lasten en Ballastplaat een rol kunnen spelen. Ook in de bemalen terreintjes met duinvalleivegetaties kan dit optreden. De mate waarin verzilting een effect heeft op de levende natuur is sterk gekoppeld aan de mate waarin verzilting optreedt;
- Kalkrijke kwel: lokale veranderingen in grondwaterstromen op platen kan in de lager gelegen of bemalen duinvalleivegetaties enige verandering in kalkrijke kwel veroorzaken wat van invloed kan zijn op de vegetaties.

Effecten inundatie
Jaarlijkse aantalsvariaties van Veldmuizen op de platen worden behalve door veranderingen in de vegetatie, vooral gestuurd door variaties in de (neerslag en) boezemwaterstand. In de meeste jaren komen Veldmuizen vooral voor op plaatdelen boven 25 cm –NAP. Plaatselijk kan er door een toename overstroomde oevers een negatief effect zijn voor de kleine zoogdieren waaronder de Veldmuis. De Veldmuis is op de platen een belangrijk prooidier voor Bruine en Grauwe kiekendief. Met het effect op de Veldmuis kan plaatselijk een negatief effect op de kwalificerende broedvogels Bruine en Grauwe kiekendief optreden. Voor winter- en trekvogels is naar verwachting geen sprake van negatieve effecten door veranderingen in inundatiefrequentie, maar dit valt op voorhand niet uit te sluiten.

Natuurbeheer
Aangezien het gebied is aangewezen als Speciale Beschermingszone in het kader van de Vogelrichtlijn zijn vooral de gevolgen van veranderingen op vogels van belang. De

betekenis van het gebied voor vogels is weer volgend op de vegetatiestructuur in het gebied. Essentieel hierin is het terugdringen en voorkomen van struweel- en bosvorming. Dat geldt in ieder geval voor de lager gelegen platen. Er zijn drie mechanismen die hierop van invloed zijn:

- *Peilbeheer*: doordat natuurlijke dynamiek ontbreekt (lage peilen in zomer en hoge peilen in winter) ontstaat er een natuurlijke successie via ruigtes, naar struweel en bos;
- *Begrazing*: (begrazingsbeheer of vegetatiebeheer): runderen paarden herten en andere grote planteneters kunnen opslag van struiken en bomen voor een deel voorkomen;
- *Chloridegehalte*: veel planten van ruigtes, struwelen en bossen zijn niet bestand tegen hoge chloridegehaltes, zodat meer invloed van zoutwater successie kan stoppen.

Sinds de afsluiting van de Lauwerszee is de dynamiek in het peilbeheer zeer beperkt geweest. Op de platen kwam daarmee een natuurlijke successie van de vegetatie tot stand. Deze successie kan zonder beheersmaatregelen leiden tot bosvorming. Door gericht beheer (seizoensbeweiding en jaarrondbeweiding) is dit plaatselijk vertraagd. Dit leidde tot een grote diversiteit aan vogels. Ook de invloed van ontzilting is in de vegetatie zichtbaar. Als de huidige situatie zich voortzet, krijgt echter op termijn de successie richting bos (en zoetwater) overal de overhand, waarmee de variatie in vegetaties en vogels afneemt. De verarming en verzoeting, maar ook het verlies aan openheid past niet binnen het beleid voor het gebied. Om de beleidsdoelen ten aanzien van de natuur voor het Lauwermeer wel te bereiken moet het waterbeheer dynamischer worden dan nu het geval is.

De scenario´s voor het toekomstig water zoals in paragraaf 4.2.3 beschreven – die ook afgestemd zijn op het realiseren van de natuurdoelen – zijn erop gericht de beschreven trend om te buigen. Immers, drie van de beleidsscenario's gaan uit van meer peilfluctuatie en twee van meer invloed van zoutwater. Indirect heeft het peilbeheer ook invloed op de mogelijkheden voor beheer.

Conclusie
Kortom, aan de ene kant is duidelijk dat verandering van de waterhuishoudkundige condities in de verschillende beheerscenario's kan leiden tot (grote) veranderingen in de levende natuur. Aan de andere kant: behoud van de huidige condities betekent niet dat de toestand van de natuur hetzelfde blijft, maar dat er verarming (bosvorming) en verzoeting optreedt.

4.3.2 Natuurbeschermingswetgeving

Het Lauwersmeergebied is vanuit verschillende regelingen aangewezen als een te beschermen gebied. Het meest strikt en duidelijk voor wat betreft de te beschermen waarden is de aanwijzing als Speciale Beschermingszone (SBZ) in het kader van de Europese Vogelrichtlijn (zie figuur 4.1), die per oktober 2005 is opgenomen in de Natuurbeschermingswet 1998.

Daarnaast is het gebied een kerngebied van de Ecologische hoofdstructuur (EHS) en ook de meest noordelijke verbinding in de Robuuste Natte As [ref. 4.18]. Verder is het gebied zowel Staatsnatuurmonument als Beschermd natuurmonument volgens de Natuurbeschermingswet 1998. Ten slotte heeft het gebied sinds 2003 de status van Nationaal Park (zie figuur 4.1/4.3).

Europese Vogelrichtlijn / Natuurbeschermingswet 1998
In paragraaf 3.3.1 is al ingegaan op de juridische werking van het beschermingsregime. Relevant is dat het Lauwersmeergebied ook in internationaal verband van belang is. Op 24 maart 2000 is het gebied aangewezen als Wetland volgens de Conventie van Ramsar en als Vogelrichtlijngebied (5790 ha) [ref 4.10]. In de Vogelrichtlijn is het Lauwersmeer gekarakteriseerd als een gebied dat uit open water, moerassen en graslanden bestaat. De kwalificerende waarden van het Vogelrichtlijngebied Lauwersmeer zijn vastgelegd door de kwalificerende soorten en overige relevante soorten aan te geven (zie tabel 4.2).

Tabel 4.2 Kwalificerende soorten en overige relevante vogelsoorten (SBZ Lauwersmeer).

Vogelsoort	**Type soort**
Kwalificerende soorten:	
Bruine kiekendief (broedend)	Annex 1
Grauwe kiekendief (broedend)	Annex 1
Kemphaan (broedend)	Annex 1
Lepelaar	Annex 1 & 1%
Kleine zwaan	Annex 1 & 1%
Wilde zwaan	Annex 1 & 1%
Grauwe gans	Annex 1
Brandgans	Annex 1 & 1%
Krakeend	1%
Wintertaling	1%
Pijlstaart	1%
Slobeend	1%
Reuzenstern	Annex 1 & 1%
Overige relevante soorten:	
Porseleinhoen (broedend)	Annex 1
Kluut (broedend)	Annex 1 & 1%
Noordse stern (broedend)	Annex 1
Oeverzwaluw (broedend)	Begr.
Paapje (broedend)	Begr.
Blauwborst (broedend)	Annex 1
Rietzanger (broedend)	Begr.
Fuut	1%
Aalscholver	1%
Kleine zilverreiger	Annex 1
Grote zilverreiger	Annex 1
Kolgans	1%
Rotgans	1%
Bergeend	1%
Smient	1%
Wilde eend	Begr.
Tafeleend	1%
Kuifeend	1%
Brilduiker	1%
Nonnetje	Annex 1 & 1%
Visarend	Annex 1
Slechtvalk	Annex 1
Meerkoet	1%
Kluut	Annex 1 & 1%
Bontbekplevier	1%
Goudplevier	Annex 1 & 1%
Zilverplevier	1%
Grutto (incl. slaapplaats)	1%
Wulp (incl. Slaapplaats)	1%
Steenloper	1%
Dwergmeeuw	1%

Ecologisch relevante gebieden zijn [ref. 4.4]:

- voedselgebieden voor herbivore watervogels (brandgans, grauwe gans, rotgans en smient);
- slaapplaatsen in slenken (ganzen en zwanen);
- rust- en foerageergebieden in slenken (zwemeenden en zilverreigers);
- foerageergebied in slenken en ondiepe wateren met fonteinkruiden (kleine en wilde zwaan, krakeend, tafeleend en meerkoet);
- foerageergebieden in diepere wateren (viseters, benthoseters, fuut, aalscholver, nonnetje, dwergmeeuw, kuifeend, brilduiker);
- foerageergebieden op akkers en graslanden in de omgeving (kleine zwaan en ganzen).

Ecologische hoofdstructuur (EHS)

Het Lauwersmeergebied vormt als kerngebied een belangrijke schakel in het ecologische netwerk van Noord-Nederland. Aan de noordzijde grenst het gebied aan de SBZ Waddenzee, aan de zuidoostzijde is het onder andere verbonden met het Reitdiep in Groningen en aan de zuidwestzijde met het Dokkumerdiep in Friesland. De wezenlijke

kenmerken en waarden van een EHS-gebied worden gezien als de actuele en potentiële waarden gebaseerd op de natuurdoelen voor een gebied.

Wezenlijke kenmerken
De wezenlijke kenmerken en waarden van een EHS-gebied worden gezien als de actuele en potentiële waarden gebaseerd op de natuurdoelen voor een gebied. Het gaat hierbij om de bij het gebied behorende natuurdoelen geomorfologische en aardkundige waarden en processen de waterhuishouding, de kwaliteit van bodem, water en lucht, rust, stilte, duisternis en openheid, de landschapsstructuur en de belevingswaarde (Nota Ruimte 2004) [ref. 4.21]. Om te kunnen nagaan of ruimtelijke plannen van invloed zijn op de EHS, is het nodig te bepalen wat de wezenlijke kenmerken van het Lauwersmeer zijn. Daartoe zijn de natuurdoelen geraadpleegd, zoals die zijn neergelegd in de Nota Natuurbeheer van de Provincie Fryslân (Provincie Friesland 1998) [ref 4.20].

Volgens de Nota Natuurbeheer [ref. 4.20] is het Lauwersmeer ingedeeld in de fysisch-geografische regio 'afgesloten zee-armen'. Deze regio bestaat vooral uit het milieutype zoet water. Het meest voorkomende begroeiingstype binnen deze regio is ruigte en riet. Belangrijke vogelgebieden binnen deze regio zijn genoemd als 'halfnatuurlijk vogelrijk grasland'. Het probleem met de afweging van ingrepen in dergelijke gebieden is dat veelal, ook voor het Lauwersmeergebied, de specifieke doelsoorten niet zijn gedefinieerd.

Natuurbeschermingswet 1998
Grote delen van het Lauwersmeergebied zijn in het kader van de derde Nota Ruimtelijke Ordening aangewezen als Grote Eenheid Natuurgebied (GEN). Deze status is in juli 1994 overgegaan in de wettelijke status van Staatsnatuurmonument en Beschermd Natuurmonument (5.696 ha), vallend onder de Natuurbeschermingswet 1998. Belangrijke wezenlijke kenmerken zijn:

- afwisselende grote wateroppervlakten graslanden en uitgestrekte ondieptes met oevervegetaties en grazige, deels zoutminnende vegetaties langs en op de platen met zeldzame plantensoorten en riet- en struweelvegetaties;
- belang voor zoogdieren en vogels: ganzen eenden roofvogels en weidevogels, watervogels (internationaal belang) en broedgebied voor 90 soorten vogels;
- geomorfologische betekenis: gaaf voorbeeld van onder invloed van zee ontstaan landschap met kwelders, geulen plaatgronden en voormalige landaanwinningswerken;
- grote eenheid natuur: grote mate van natuurlijkheid en ongestoordheid, met spontaan ontwikkelende waarden en relatief grote mate van rust.

De Natuurbeschermingswet 1998 is in oktober 2005 gewijzigd. Door deze herziening is de bescherming van Staats- en Beschermde Natuurmonumenten Vogelrichtlijngebieden en Habitatrichtlijngebieden beter op elkaar afgestemd.

Nationaal Park het Lauwersmeer
Een Nationaal Park is volgens internationaal aanvaarde definities "een aaneengesloten gebied van minstens 1.000 ha, bestaande uit natuurterreinen wateren en/of bossen met een bijzonder landschappelijke gesteldheid en planten- en dierleven waar tevens goede mogelijkheden zijn voor recreatief medegebruik". In 2003 heeft minister Veerman van LNV officieel de status van Nationaal Park toegekend aan het Lauwersmeer[ref. 4.9].

In het Beheer- en inrichtingplan (BIP) van het Lauwersmeer [ref. 4.8] zijn voor verschillende thema's doelstellingen geformuleerd. Voor het thema Natuur en Landschap zijn de doelstellingen:

- behoud en versterking van het open waterrijke landschap en de daarbij horende kenmerken en natuurwaarden;
- streven naar een dynamischer en natuurlijker peilbeheer (beheerste peilfluctuaties);
- streven naar zilte invloeden (gedempt getijdesysteem);
- ontwikkeling van natuurlijker bos ter plaatse van de huidige aangeplante bosgebieden;
- ecologische verbindingen leggen met de omgeving;
- geen hinder voor de natuur, recreanten en omwonenden.

Bij de bovengenoemde natuurwaarden moet daarbij worden gedacht aan de grote aantallen winter- en trekvogels, broedvogels van het open moerasgebied en duinvallei-achtige vegetaties en plantensoorten.

Het Nationaal Park Lauwersmeer wordt deels beheerd door Staatsbosbeheer (het grootste deel) en deels door Natuurmonumenten (de Bantpolder). Van de tussenliggende terreinen in de omgeving van Lauwersoog wordt een deel als natuurgebied beheerd door Staatsbosbeheer.

Resumé ecologische betekenis
De doelstellingen vanuit de verschillende geschetste kaders komen in redelijke mate overeen. De ecologische betekenis van het Lauwersmeer is daarmee vooral verbonden met [ref. 4.4]:

- een open landschap van (grootschalig) open water, slikken graslanden en moerassen; bos en struwelen komen alleen op de allerhoogste platen en in de periferie voor;
- broedvogels van drassige graslanden en moerassen;
- rust- en foerageergebied voor overwinterende trek- en watervogels (eenden ganzen zwanen steltlopers, watergebonden roofvogels).

Omdat de bescherming op grond van de Natuurbeschermingswet 1998, zoals laatstelijk gewijzigd in oktober 2005, het meest strikt is vormt dit kader verder de belangrijkste leidraad. In de tekst wordt waar nodig ingegaan op de te beschermen waarden vanuit de verschillende regelingen [ref. 4.1].

4.3.3 Habitats en soorten

Het Lauwersmeer is wel Vogelrichtlijngebied, maar geen Habitatrichtlijngebied. Vanwege de beschermingsregimes is het wel van belang de huidige waarden in het gebied wat betreft habitats (vegetaties) en soorten (fauna), waaronder met name de vogels, nauwkeurig in beeld te brengen. Voor het Lauwersmeer is het ook van belang in meer kwalitatieve zin te bezien hoe het gebied zich in ecologisch opzicht vanaf de afsluiting in 1969 heeft ontwikkeld. Dit is nodig om op grond van deze trend een voorspelling te kunnen doen van de toekomstige ontwikkeling. Een ontwikkeling die overigens – zoals in paragraaf 4.2 beschreven - weer sterk beïnvloed wordt door de keuzen ten aanzien van het waterbeheer.

Vegetaties
In het Lauwersmeergebied komen verschillende bijzondere en kwetsbare vegetatietypen voor. Het oppervlakte-aandeel van deze vegetaties is echter relatief gering (zie tabel 4.3). Het betreft hierbij plantengemeenschappen die behoren tot de volgende groepen:

- Vochtige tot natte duinvalleivegetaties met Parnassia, Moeraswespenorchis en Knopbies. Binnen het Nationaal Park nemen dergelijke vegetaties 2% van het oppervlak in, in de Marnewaard is dat 1%;
- Vegetaties met Kortarige zeekraal en/of Schorrenkruid. Binnen het gekarteerde deel van het Nationaal Park bedraagt het oppervlakteaandeel 2%, in de Marnewaard 0,04%;
- Overstromingsgraslanden met Fioringras en Aardbeiklaver en zilte overstromings-graslanden met Zilte rus. In de Marnewaard wordt dit vegetatietype niet aangetroffen en binnen de gekarteerde delen van het Nationaal Park neemt het 13% van het oppervlak in.

Binnen het gekarteerde gebied in het Nationaal Park worden grote oppervlakteaandelen ingenomen door Rietvegetaties (17%) en natte (riet)ruigten (24%), voornamelijk op de zuidelijke platen en in de moerasontwikkelingsgebieden. De verbreiding van Riet is weergegeven in ‘Natuurwaarden in het Lauwersmeergebied’ [ref. 4.1 - bijlage 2]. Overstromingsgraslanden nemen 20% van het oppervlak in beslag en worden vooral aangetroffen op De Rug, bij Achter de Zwarten De Zuidelijke Lob en de Zuidelijke Ballastplaat. Kruipwilgstruweel, dat binnen het Nationaal Park 8% van het oppervlak

inneemt, is vooral aan te treffen op De Rug, de Zuidelijke Lob en de Zuidelijke Ballastplaat.

De niet gemaaide vochtige/natte duinvalleivegetaties zullen naar verwachting op termijn verdwijnen vooral door de oprukkende Kruipwilg. Daar waar dergelijke vegetaties gemaaid worden kunnen ze veel langer standhouden. Uiteindelijk zal ook hier, door strooiselophoping en ontkalking, verruiging ertoe leiden dat deze gemeenschappen verdwijnen.

Overstromingsgraslanden met Fioringras en Aardbeiklaver komen vooral op de lutumarmere, veelal seizoensbeweide, platen voor. Deze kunnen bij het huidige beweidingsbeheer lang standhouden.

Vooral de vegetaties van vochtige/natte duinvalleien herbergen verschillende plantensoorten die beschermd zijn (Flora- en faunawet) of vermeld staan op de Rode Lijst 2004 ('Natuurwaarden in het Lauwersmeergebied' in het A&W-rapport [**ref. 4.1 – tabel 6.2**]).

De zoute pioniervegetaties zijn sinds de eerste jaren na afsluiting sterk achteruitgegaan (**zie boven**) en dit is een trend die zich in grote delen van het Lauwersmeergebied zal voortzetten.



Tabel 4.3 Oppervlakte (ha) vegetatiegroepen binnen verschillende delen Lauwersmeer [ref . 4.1].
Oppervlakte (in hectare) van vegetatiegroepen binnen verschillende delen van het Lauwersmeer.Voor nadere toelichting zie verder de tekst.

Vegetatiegroep	Structuur 1)	Hamerwaard	Jurjtrouw Alje	De Rug	De Lastert	Zuidelijke kob en Bataafskaart	Zoutkamperplaat	Blikplaat	Sennetplaat	Pampuskerplaat	Eezumakeeg	Banks wal	Totaal
Drooggevallen kale bodem	-		1,5	0,0	0,6				0,2		6,6	0,6	9,5
Onbegroeid open water	-	8,3			0,3			0,9		0,9	5,4	4,5	20,3
Waterplantenvegetaties	W			0,0	0,5					2,5	48,8	0,1	51,9
Rietvegetaties	R	38,5		5,2	1,8	2,6	41,3	146,2	86,5	15,4	47,1	0,0	384,8
Brakke verlandingsvegetaties met Ruwe bies of Heen	R	0,4		0,8	0,1	4,5	0,7	0,3		0,4	0,2		7,5
Pioniervegetaties met Greppelrus, Varkensgras, Goudknopje, Goudzuring en Rode watereprijs	P			3,1		2,7					58,6	0,9	65,3
Pioniervegetaties met Zilte schijnspurrie	P			0,0		1,2					0,9	0,8	2,9
Vegetaties met Kortlanige zeekraal en/of Schorrenkruid	P	0,6		10,6	0,1	16,4	0,1					8,2	36,0
Vegetaties met Gewoon kweldergras	ZG	1,4		2,1	0,2	3,8						1,1	8,6
Vegetaties met Zilte rus	ZG	0,9		4,5	0,9	8,3	2,2	0,1	0,1			15,5	32,4
Overstromingsgraslanden met Fiorringras en Aardbeiklaver	OG		1,8	19,4	11,3	66,2	13,0	24,9	5,2	2,9	0,1	11,4	156,2
Overstromingsgraslanden met Fiorringras en Gekruikte vossenstaart en vegetaties met Straatgras	OG	0,8		37,4	0,4	73,1	13,6	0,4	3,1	2,5	15,7	0,5	147,4
Zilte overstromingsgraslanden met Zilte rus	OG		0,6	19,2	6,4	20,4	15,6	25,3	21,1	1,5	4,4	0,3	114,7
Zeer voedselrijke graslanden met Engels raaigras en Ruw beemdgras	OG			0,6	0,5	2,6	24,4	0,6	0,1	85,2	8,7	0,7	123,6
Voedselrijke graslanden met dominantie van Rietzwenkgras	OG		0,0	1,7		7,5	3,3				15,5	0,2	28,2
(Matig) voedselrijke graslanden met Rood zwenkgras of Glanshaver	OG	633,9	0,4	4,5		6,1	24,1			14,6	2,8	3,3	689,6
(Matig) voedselrijke graslanden met Kamgras	OG			1,0	0,1	5,3	0,8			0,0	1,3	2,1	10,6
Vochtige-natte duinvallei-vegetaties met Parnassia, Moeraswespenorchis, Knopbies en Strandduizendguldenkruid	DV	12,9	14,9	13,2	6,8	8,7						0,9	57,4
Droge graslanden met Schapegras en Rood zwenkgras	OG	256,7	0,5	0,1		1,0						0,2	258,4
Natte ruigten	RU	45,2		1,4	0,4	0,0	61,9	109,2	113,5	8,9	11,8	1,3	373,6
Vochtige tot droge Ruigten en storingsvegetaties	RU	58,5	0,2	7,6	0,0	13,7	77,6	13,1	1,5	75,4	1,2	2,2	251,0
Duindoornstruweel	S	58,2		9,2		10,6	3,5	1,3	0,1	2,0			85,0
Kruipwilgstruweel	S	6,5		64,6		73,6	8,4	6,2	15,9	0,3		1,2	176,7
Grauwe wilgstruweel en Eizenbroek	S	329,0		2,1		0,4	3,8	12,8	6,9	9,5	0,2		364,7
Smalbladige wilgenstruweel (B4) en Schietwilgenbos	S			0,7			16,0	11,5	13,8	5,7	2,6		50,3
Duinberkenbos	S					4,7		0,2					4,9
Paden en parkeerplaatsen en bebouwing	-	113,6									0,1		113,7
Totaal		1565,4	18,4	210,6	29,0	334,8	330,1	352,9	268,1	227,7	231,9	56,2	3625,1

1) Structuurtypen: W= watervegetaties; R= rietland; P= pioniervegetaties; ZG= zilte graslanden; DV= Duinvalleivegetaties, OG= ontzilte(rijde) graslanden; RU= ruigten; S= struweel en bos

Fauna

Zoogdieren

Het Lauwersmeer is geen Habitatrichtlijngebied. Zoogdiersoorten die ook buiten Habitatrichtlijngebieden bescherming genieten en in het Lauwersmeergebied voorkomen zijn diverse soorten vleermuizen (o.a de relatief bijzondere Meervleermuis) en de Waterspitsmuis.



Broed- en Winter/trekvogels

In het Vogelrichtlijngebied Lauwersmeer komen drie soorten kwalificerende broedvogels voor en zeven soorten overige relevante soorten. Deze soorten foerageren vooral in het natuurgebied. Een deel van deze soorten komt ook plaatselijk voor in de Marnewaard als broedvogel (zie tabel 4.4 en 4.5).

Tabel 4.4 Kwalificerende en overige relevante broedvogels in de SBZ Lauwersmeer [ref 4.1][6].

Soort	Gem. 1993-1997	Gem. 2002-2004	Verandering	Rode lijst 2004
Kwalificerende soorten				
Bruine kiekendief	29	21	0	
Grauwe kiekendief	5	4	0	EB
Kemphaan	18	7	-	EB
Overige relevante soorten				
Porseleinhoen	3	11	+	KW
Kluut	141	86	-	
Noordse stern	27	2	-	
Oeverzwaluw	943	168	-	
Paapje	9	9	0	BE
Blauwborst	87	124	+	
Rietzanger	1733	(Ca. 2000)	0	

Tabel 4.5 Belangrijke en minder belangrijke foerageergebieden van kwalificerende en overige relevante broedvogels in SBZ Lauwersmeer [ref 4.1][7].

Soort	Lagere Delen natuurgebied (platen)				Hogere delen natuur gebied	Open water / droogvallend slik		Moeras-ontwikkeling	Omgeving			
	Onbeweid Eided	Seizoens beweiding	Seiz/ jaarrondbew.	jaarrondbeweiding		Ondiep (0-1 meter)	Diep (> 1 meter)		Marnewaard	Bouwland	cultuurgrasland	Waddenzee
Kwalificerende soorten												
Bruine kiekendief	●	●	●	●	○			●	○	●	○	
Grauwe kiekendief		●	●	○					●			
Kemphaan		○	○					●				
Overige relevante soorten												
Porseleinhoen	○	○	○	○				●				
Kluut						○		●				
(Noordse stern)												○
Oeverzwaluw	○	○	○	○		●	○	○	○			
Paapje					●							
Blauwborst	●	○	○	●	○			●				
Rietzanger	●	●	●	●	○			○				
Totaal ●	3	3	3	3	1	1	0	5	1	1	0	0
Totaal ○	2	4	4	3	3	1	1	2	2	0	1	1

6 Met het gemiddeld aantal broedparen ten tijde van de aanwijzing (periode 1993-97) en recent (periode 2002-2004). De verandering geeft weer in hoeverre het aantal broedparen van 1993-97 naar 2002-2004 is veranderd (+: toename van meer dan 30%, -: afname van meer dan 30%, 0: toename/afname van minder dan 30%). De keuze voor 30% is arbitrair. Verder wordt de status op de Rode lijst 2004 vermeld (EB= ernstig bedreigd, BE=bedreigd, KW=kwetsbaar).

7 Belangrijke(●) en minder belangrijke(○) foerageergebieden voor kwalificerende en overige relevante broedvogels in de Speciale beschermingszone Lauwersmeer. De Noordse stern is tussen haakjes geplaatst, omdat de soort als regelmatige broedvogel is verdwenen.

In het Vogelrichtlijngebied Lauwersmeer komen tien soorten kwalificerende winter- en trekvogels voor en 27 soorten overige relevante soorten. Deze foerageren vooral in het ondiepe water tussen de platen in de moerasontwikkelingsprojecten en in de omgeving (cultuurgrasland, akkerbouwgebied) (zie tabel 4.6 en 4.7).

Tabel 4.6 Kwalificerende en overige relevante winter- en trekvogels SBZ Lauwersmeer [ref. 4.1][8].

Soort	Gem. 1993-97	Gem. 2000/01-2004/05	Verandering
Kwalificerende soorten			
Lepelaar	312	460	+
Kleine zwaan	1459	969	-
Wilde zwaan	54	89	+
Grauwe gans	3524	13186	+
Brandgans	14646	25178	+
Krakeend	1387	3512	+
Wintertaling	5525	7057	+
Pijlstaart	3389	3583	0
Slobeend	443	1128	+
Reuzenstern	7	10	+
Overige relevante soorten			
Fuut	192	128	-
Aalscholver	234	397	+
Kleine zilverreiger	2	3	+
Grote zilverreiger	3	13	+
Kolgans	1798	5648	+
Rotgans	855	412	-
Bergeend	885	1146	0
Smient	7002	6606	0
Wilde eend	7116	5327	0
Tafeleend	1123	709	-
Kuifeend	1593	2086	+
Brilduiker	366	132	-
Nonnetje	42	60	+
Visarend	2	1	-
Slechtvalk	4	6	+
Meerkoet	4054	5482	+
Kluut	183	351	+
Bontbekplevier	66	263	+
Goudplevier	2709	2019	0
Zilverplevier	159	4	-
Grutto	837	1380	+
Wulp	2096	688	-
Steenloper	60	9	-
Dwergmeeuw	255	26	-
Totaal			+ : 19
			0 : 5
			- : 10

8 Kwalificerende en overige relevante winter- en trekvogels in de Speciale beschermingszone Lauwersmeer, met het gemiddeld jaarmaximum ten tijde van de aanwijzing (periode 1993-97) en recent (periode 2000/01-2004/2005). De verandering geeft weer in hoeverre het gemiddeld jaarmaximum van 1993-97 naar 2000/01-2004/2005 is veranderd (+: toename van meer dan 30%, -: afname van meer dan 30%, 0: toename/afname van minder dan 30%). De keuze voor 30% is arbitrair.



Tabel 4.7 Belangrijke (●) en minder belangrijke (○) foerageergebieden voor kwalificerende en overige relevante winter- en trekvogels SBZ Lauwersmeer [ref. 4.1][9].

Soort	Lagere delen natuurgebied (platen)				Hogere delen natuurgebied (landaanw., voormalig landbouwgeb.)	Open water / droogvallend slik		Moeras-ontwik-keling	Omgeving			
	Onbeweideid	Seizoensbeweiding	Seiz/ jaarrondbew.	Jaarrondbeweiding		Ondiep (0- 1 meter)	Diep (> 1 meter)		Marnewaard	Bouwland	cultuurgrasland	Waddenzee
Kwalificerende soorten												
Lepelaar						●		●			○	●
Kleine zwaan						●				●	○	
Wilde zwaan						●				●		
Grauwe gans		●	●		○				○	●	○	
Brandgans		●	●		○					○	●	
Krakeend						●		●				
Wintertaling						●		●				
Pijlstaart						●		●		●		
Slobeend						●		●				
Reuzenstern						●	○	○				
Overige relevante soorten												
Fuut						●	●					
Aalscholver						○	●					●
Kleine zilverreiger						●		●				
Grote zilverreiger						●		●				
Kolgans										○	●	
Rotgans												●
Bergeend		○	○			●		●				○
Smient						●					●	○
Wilde eend						●		○		●		
Tafeleend						●		○				
Kuifeend						●		○				
Brilduiker							●					
Nonnetje						●	●	●				
(Visarend)						○						
Slechtvalk		○	○			○		○		●	●	●
Meerkoet						●		●				
Kluut						●		○				
Bontbekplevier		○	○			○		●				
Goudplevier										●	●	
(Zilverplevier)						○						
Grutto						●		●			●	
Wulp											●	●
Steenloper						●		○				
Dwergmeeuw						●	●	○				
Totaal ●	0	2	2	0	0	24	5	12	0	7	7	5
Totaal ○	0	3	3	0	2	4	1	8	1	2	3	2

Ontwikkelingen in vegetatie en fauna

De ontwikkelingen in de vegetatie en fauna sinds de afsluiting van het Lauwersmeer in 1969 zijn van belang om een beeld te krijgen van de wijze waarop het gebied zich kan ontwikkelen indien er geen veranderingen zouden optreden in de toekomst. Dit is vooral van belang omdat er in het beheer juist veranderingen zijn voorzien (zie paragraaf 4.3.4), die tot doel hebben de autonome ontwikkeling in vegetatie en fauna tègen te gaan. In het

[9] Belangrijke (●) en minder belangrijke (○) foerageergebieden voor kwalificerende en overige relevante winter- en trekvogels in de Speciale beschermingszone Lauwersmeer. Visarend en Zilverplevier zijn tussen haakjes geplaatst omdat de soorten weliswaar op de lijst staan, maar geen regelmatig voorkomende soorten zijn.

A&W-rapport [ref. 4.1] zijn de ontwikkelingen in de vegetatie en fauna sinds de afsluiting uitgebreid uiteengezet. Kort samengevat kunnen de volgende relevante trends in de ontwikkelingen van de vegetatie en de fauna worden waargenomen.

Vegetatie

- Na afsluiting ontstonden over grote oppervlakten zoutminnende vegetaties. Deze zijn door ontzilting sterk teruggedrongen. Door de ontzilting nam de productiviteit toe. Dit leidde tot verruiging met rietvegetaties (landriet) op de lagere en kleiiger delen en vegetaties met Duinriet op de hogere delen. De rietvegetaties verruigden verder met natte ruigtekruiden en struweelvorming. Dit treedt vooral op de nooit beheerde delen op, maar ook in de jaarrondbeweide kleiiger delen;
- Plaatselijk ontstonden duinvalleivegetaties, vooral op de zandige, kalkhoudende platen. Bij maaibeheer houden deze nog goed stand, maar bij beweiding verruigen deze met Kruipwilg en Duinriet, afhankelijk van het grondwaterregime;
- Begrazingsbeheer lijkt de verruiging af te remmen maar niet geheel te stoppen. Alleen in intensief beweide delen treedt afname van de rietvegetaties op;
- Door moerasontwikkelingsprojecten hebben zich beter ontwikkelde rietvegetaties ontwikkeld. Ook ontwikkelen zich daar plaatselijk zoete pioniervegetaties.

Broedvogels

Op de platen met een natuurlijke successie van de vegetatie kwamen in de eerste jaren na de inpoldering vogelsoorten van pioniervegetaties voor, in de tweede helft van de jaren ’70 en het begin van de jaren ’80 vooral weidevogels en vanaf het midden van de jaren ’80 vooral rietvogels. In de natuurlijke wilgenbossen kwamen tot voor kort enkel soorten voor van jong bos. Langzaam maar zeker worden de bossen gekoloniseerd door soorten van ouder bos.

Seizoensbeweiding leidde in de eerste jaren tot een sterke toename van de openheid van het landschap. Hierdoor namen pionierbroedvogels en weidevogels toe en riet- en bosvogels af. In de jaren daarna nam de verruiging plaatselijk weer toe, met negatieve effecten op soorten van vroegere successiestadia.

Jaarrondbeweiding heeft tot nu toe vooral geleid tot een afname van broedvogels van nat rietland langs de oevers van de platen. De open delen van de jaarrondbeweide platen zijn nog steeds te kleinschalig voor broedende weidevogels, maar worden langzaam maar zeker geschikter als jaaggebied voor Bruine en Grauwe kiekendief.

Met de vestiging van de Vos is de predatie van broedvogels, hun eieren en jongen sterk toegenomen. Moerasontwikkelingsprojecten fungeren voor sommige soorten echter als een veilige broedplaats tegen predatie.

Winter- en trekvogels

In het Lauwersmeergebied kunnen veel soorten winter- en trekvogels, voor korte of langere tijd in groten getale aanwezig zijn. Het betreft vooral water- en moerasvogels, maar ook steltlopers, roofvogels, uilen en zangvogels. De verschillende vogelsoorten gebruiken het gebied ieder op hun eigen wijze, waarbij het aanbod en de beschikbaarheid van voedsel de sturende factor is.

Op de onbeweide platen is de winter- en trekvogelbevolking onder invloed van de vegetatiesuccessie veranderd van soorten van pioniervegetaties, naar soorten van grazige vegetaties en tegenwoordig vooral soorten van rietland en bos.

Onder invloed van seizoensbeweiding zijn watervogels na verloop van tijd van de platen verdwenen. Tegenwoordig foerageren nog vooral ganzen op de platen. Andere soorten verdwenen omdat hun voedselbronnen opdroogden.

Jaarrondbeweiding heeft relatief weinig effect gehad op de winter- en trekvogelbevolking. Met name de soorten van natte oevers zijn onder invloed van de beweiding verdwenen. Hiervoor zijn weinige nieuwe soorten in de plaats gekomen.

De meeste winter- en trekvogels foerageren tegenwoordig in het ondiepe water van het Lauwersmeer, in de moerasontwikkelingsprojecten (met name Ezumakeeg) of in omgeving (cultuurgrasland, akkerbouwgebied). Hier is veel voedsel te vinden.

Zoogdieren
Na de inpoldering van het Lauwersmeer heeft het soms lang geduurd voordat zoogdiersoorten (delen van) het gebied hebben gekoloniseerd. De Veldmuis koloniseerde het Lauwersmeer in het eerste jaar na de inpoldering, de Vos pas in 1984, de Aardmuis in 1986 en de Waterspitsmuis wellicht pas in 2001.

De Veldmuis vertoont op de platen grote jaarlijkse variaties in aantallen en in tegenstelling tot de droge randzone van het Lauwersmeergebied, geen driejaarlijkse ritmiek. Jaarlijkse aantalsvariaties van veldmuizen op de platen worden behalve door veranderingen in de vegetatie, waarschijnlijk vooral gestuurd door variaties in neerslag en boezemwaterstand. In de meeste jaren komen veldmuizen vooral voor op plaatdelen boven NAP –0,25 m. Na een droge winter, met nauwelijks inundaties, kunnen ze ook algemeen voorkomen op de lagere plaatdelen. Op de onbeweide platen zijn Veldmuizen onder invloed van de vegetatiesuccessie bijna verdwenen.

Op de seizoensbeweide platen kwamen veldmuizen talrijker voor in een reeks van jaren nadat de veedichtheid in het midden van de jaren 80 werd verlaagd en grazige vegetaties op de hogere plaatdelen verruigden naar rietvegetaties. Toen de rietvegetaties tamelijk gesloten werden nam de veldmuisdichtheid sterk af ten gunste van de Aardmuis.

Na vestiging in 1984 is het aantal vossen in de daarop volgende jaren snel toegenomen. Vanaf het midden van de jaren ’90 is het aantal gestabiliseerd. In het centrale natuurgebied bevinden de meeste burchten zich in door de mens gemaakte verhogingen. Bij hoge boezemwaterstanden in het Lauwersmeer verlaat een deel van de vossen de centrale platen van het Nationaal Park. Ze verspreiden zich dan naar drogere delen in de omgeving.

4.3.4 Beheersscenario´s beleid: autonome ontwikkeling

Voor de autonome ontwikkeling zouden de trends zoals hiervoor gesignaleerd doorgetrokken kunnen worden naar de toekomst. Echter, zoals in **paragraaf 4.2.3** is aangegeven is de autonome ontwikkeling wat betreft het waterbeheer erg onzeker. Vooral de mate waarin zeewater mag worden ingelaten en peilschommelingen mogen optreden zijn van invloed op de ontwikkeling van vegetatie en fauna. Hoe de interactie verloopt tussen abiotische standplaatsfactoren en de levende natuur en wat veranderingen in die standplaatsfactoren betekenen voor vegetatie en fauna is aangegeven in **paragraaf 4.3.2**.

Autonome ontwikkeling: peilconsolidatie
In de autonome ontwikkeling wordt ervan uitgegaan dat het huidige streefpeil in het Lauwersmeer alsmede het begrazingsbeheer gelijk blijft. In dat geval zal door zeespiegelstijging de verzilting in vooral de kustzone geleidelijk (weer) toenemen en de zullen de mogelijkheid om het waterbezwaar te lozen geleidelijk afnemen. Door autonome bodemdaling kan bij een gelijkblijvend streefpeil de verzilting langs de randen van het meer juist iets afnemen door frequentere inundaties en een relatief iets hogere waterstand, daarentegen kan lokaal, langs de randen van hogere platen de verzilting ook iets toenemen doordat de zoetwaterbel onder de platen dunner wordt waarbij ook het uitreden van kalkrijk water iets kan afnemen.

Vegetatie en flora
De niet gemaaide vochtige/natte duinvalleivegetaties zullen naar verwachting op termijn verdwijnen vooral door de oprukkende Kruipwilg. Daar waar dergelijke vegetaties gemaaid worden kunnen ze veel langer standhouden. Uiteindelijk zal ook hier, door strooiselophoping en ontkalking, verruiging leiden tot het verdwijnen van deze gemeenschappen. Overstromingsgraslanden met Fioringras en Aardbeiklaver komen vooral op de lutumarmere, veelal seizoensbeweide, platen voor. Deze kunnen bij het huidige beweidingsbeheer lang standhouden. Zoals in **paragraaf 4.3.2** al aangegeven lijkt begrazingsbeheer de verruiging wel af te remmen maar niet geheel te stoppen.

Alleen in intensief beweide delen treedt afname van de rietvegetaties op. Dankzij moerasontwikkelingsprojecten hebben zich beter ontwikkelde rietvegetaties kunnen vormen terwijl plaatselijk, door de verdergaande ontzilting, ook zoete pioniervegetaties tot ontwikkeling zijn gekomen. Er is kortom een verdere afname van zilte pioniersvegetaties te verwachten en een lichte afname van duinvalleivegetaties (zie ook paragraaf 7.3.3).

Broedvogels
Onder invloed van autonome ontwikkeling zullen de meeste kwalificerende en overige relevante broedvogels in aantal afnemen. Voor Bruine en Grauwe kiekendief hangt dat samen met een verwachte afname in de gemiddelde veldmuisdichtheid op de platen (zie onder).
Kemphaan, Kluut en Noordse stern nemen naar verwachting af door een afnemende openheid van de vegetatie en een blijvend hoge predatiedruk door vossen. De Noordse stern is nu al als regelmatige broedvogel verdwenen de Kemphaan staat op het punt om dat voorbeeld te volgen. Het voorkomen van de Kluut is en blijft afhankelijk van open eilandachtige structuren in het moerasontwikkelingsobject Ezumakeeg. Voor het Porseleinhoen wordt verwacht dat de soort in de toekomst op de onbeweide en eventueel seizoensbeweide platen zal kunnen profiteren van uitbreidende oevervegetaties, maar op de jaarrondbeweide platen schade zal ondervinden van een toenemende graasdruk, waardoor oevervegetaties kort worden afgegraasd en ongeschikt broedhabitat worden. De autonome ontwikkeling voor het porseleinhoen wordt daarom ingeschat als neutraal (zie ook tabel 7.5 in hoofdstuk 7).

Voor Oeverzwaluw en de Blauwborst wordt een neutrale autonome ontwikkeling ingeschat. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat voor de Oeverzwaluw blijvend broedgelegenheid wordt aangeboden. Het Paapje is nu vooral een broedvogel van de landwinning en voormalige landbouwgronden vooral in delen die braak liggen of sinds kort worden beweid. In langer beweide percelen neemt de soort weer in aantal af. De autonome ontwikkeling wordt ingeschat als licht negatief. De Rietzanger is een kenmerkende broedvogel van landrietvegetaties. Het landriet zal plaatselijk verruigen of onder invloed van beweiding overgaan in grasland. Ook voor deze soort wordt de autonome ontwikkeling daarom ingeschat als licht negatief (zie ook tabel 7.5).

Winter- en trekvogels
Voor de meeste kwalificerende en overige relevante winter- en trekvogels worden geen veranderingen in aanwezigheid verwacht onder invloed van autonome ontwikkeling (zie ook tabel 7.6 in hoofdstuk 7).

Veranderingen in de aanwezigheid worden vooral verwacht voor soorten die foerageren in het lagere deel van de SBZ (de platen) of in de hogere delen (landaanwinning en voormalige landbouwgebied) foerageren. Het betreft hier met name Grauwe gans en Brandgans. De meeste soorten winter- en trekvogels foerageren echter in ondiep water, in moerasontwikkelingsprojecten en in de omgeving van de SBZ (zie ook tabel 7.6). Hier worden weinig veranderingen verwacht.

Door veranderingen buiten Lauwersmeergebied kunnen soorten overigens ook toe- of afnemen. Grauwe gans en Brandgans benutten met name in het voorjaar grasblad op de seizoensbeweide en jaarrondbeweide platen. Vooral door uitbreiding van Kruipwilg wordt een afname van open grasland en daarmee habitat voor bovengenoemde soorten verwacht.

Zoogdieren
De bijzondere waarden met betrekking tot zoogdieren bestaan uit het voorkomen van vijf soorten vleermuizen en de Waterspitsmuis (zie hoofdstuk 7). De verschillende soorten vleermuizen foerageren boven open water (al dan niet kleinschalig) en boven land. Er zijn geen aanwijzingen dat bodemdaling het voorkomen van de soorten zal beïnvloeden zodat deze buiten beschouwing kunnen blijven. De Waterspitsmuis is slechts éénmaal (2001) in het gebied aangetroffen. Met de aanleg van moerasontwikkelingsprojecten in het Lauwersmeer die niet vrij voor de boezem liggen (Ezumakeeg I en II, en Kollumeroord) wordt het gebied naar verwachting aantrekkelijker voor de soort. De

autonome ontwikkeling wordt daarom als positief ingeschat. Daarnaast is het voorkomen van kleine zoogdieren (met name de Veldmuis) van belang als voedselbron voor kwalificerende roofvogels (Bruine en Grauwe kiekendief, beide als broedvogel).

De Veldmuis en naar verwachting ook de Waterspitsmuis komen vooral voor op het hogere delen van de platen (boven NAP –0,25 m), die niet regelmatig overstromen. Na droge winters, met nauwelijks inundaties, komt de Veldmuis echter ook algemeen voor op de lagere plaatdelen. Jaarlijkse aantalsvariaties van de Veldmuis op de platen worden daarom, behalve door veranderingen in de vegetatie, waarschijnlijk vooral gestuurd door variaties in neerslag en boezemwaterstand (zie paragraaf 4.2.2). Door vegetatie-successie is de soort op de onbeweide platen bijna verdwenen.

Bij een autonome ontwikkeling zal de Veldmuis op de platen gemiddeld genomen licht in aantal afnemen. Op de noordelijke beweide platen zal de dichtheid van de Veldmuis door struweel vorming van de hogere delen (Kruipwilg, later ook andere soorten) naar verwachting geleidelijk afnemen ongeacht het beweidingsbeheer. De uitbreiding van Kruipwilg (en later andere soorten) is namelijk met beweiding niet te stoppen. Kruipwilgvegetaties met een open karakter kunnen echter nog lang een geschikt habitat voor Veldmuizen blijven. In de Bantswal is struweel vorming met Kruipwilg tot nu toe zeer beperkt gebleven en heeft recent een uitbreiding van zilte pioniervegetaties plaatsgevonden. Dit gebied zal daarom naar verwachting nog lang een geschikt habitat voor Veldmuizen blijven.

De toename van struweel op de zuidelijke platen is tot nu toe relatief beperkt gebleven en zal bij handhaving van het huidige beheer ook in de toekomst minder snel verlopen dan op de noordelijke platen. Wel is de het areaal met riet sterk toegenomen waardoor de dichtheid van Veldmuizen is afgenomen. Staatsbosbeheer heeft echter het voornemen om het begrazingsbeheer op veel zuidelijke beweide platen te intensiveren. Bij uitvoering van dit voornemen zal het habitat geschikter worden voor Veldmuizen.

Autonome ontwikkeling: peilfluctuatie en brak systeem
Behalve met een autonome ontwikkeling die uitgaat van peilconsolidatie, moet tevens nadrukkelijk rekening worden gehouden met een scenario waarbij er sprake is van [ref. 4.4]:

- Dynamisch peilbeheer en jaarrond begrazing: de laag gelegen terreindelen worden opslagvrij gehouden door winterinundaties. In de winter worden de grazers gedwongen over te gaan op een dieet van houtachtige planten op de hoger gelegen terreindelen waardoor ook hier struweelvorming tegengegaan wordt. In de zomerperiode eten de dieren gras in de lagere terreindelen waarbij ze ook een reserve voor het kariger winterseizoen kunnen aanleggen. In dit scenario duren inundaties relatief lang en strekken ze zich over een relatief groot gebied uit;
- Dynamisch peilbeheer, brak water en jaarrond begrazing: de laag gelegen terreindelen worden opslagvrij gehouden door winterinundaties en brak water. Het mechanisme achter begrazing is gelijk. Het hoge chloridegehalte versterkt het effect van inundaties (afsterven en niet tot ontwikkeling komen). De inundaties kunnen relatief kort duren maar moeten zich wel over een groot gebied uitstrekken. Door de kortere duur, zal de begrazingsdruk op de hoger gelegen gebieden lager zijn, zodat daar een hogere begrazingsintensiteit toegepast kan worden.

Gevolgen peilfluctuatie
Afhankelijk van het gekozen winterpeil is de toename van geïnundeerd gebied bij dynamisch peilbeheer maximaal circa 1227 ha (= 47% van het landgedeelte binnen de kades van het Lauwersmeer) bij een verhoging van het winterpeil met 0,5 m (netto: NAP –0,4 m). De overige circa 1400 ha (53%) van het landareaal van het Lauwersmeer wordt niet overstroomd (behoudens in kortdurende perioden van hoge afvoer, waarbij het wateroverschot niet direct op de Waddenzee uitgeslagen kan worden). Een dergelijk beheer heeft de volgende gevolgen:

- Het al dan niet brakke water kan bij een winterpeil van circa NAP -0,4 m in een relatief groot deel van het gebied (circa 50%) een bijdrage leveren aan het open houden van het landschap en de instandhouding van moeras- en graslandvegetaties. Bij een geringe winterpeilverhoging treedt bij de eerste 10 cm nauwelijks een toename van

het geïnundeerde oppervlak op. Bij een verhoging van 30 cm is de toename circa 600 ha;
- Aangenomen mag worden dat de oppervlakte die gedurende de periode waarin het winterpeil gehandhaafd wordt overstroomd is, na droogvallen een pioniervegetatie ontwikkelt. Bij een geleidelijke peilverlaging in het voorjaar kunnen in het onderste traject ook (riet)moerassen ontstaan. Door de lange en aaneengesloten inundatieperiode zullen goed ontwikkelde graslanden niet tot ontwikkeling komen. Uiteraard wordt ook ruigtevorming en bosopslag (vrijwel) geheel tegengegaan;
- De pioniersvegetaties vormen een geschikt broedgebied voor onder andere steltlopers, sterns en verschillende soorten kleine zangvogels. Vooral in het vroege voorjaar, bij het geleidelijk droogvallen van de gronden kunnen veel soorten vogels hier ook voedsel vinden. Door de sterke toename van het areaal overstroomd gebied is het gebied van weinig betekenis voor foeragerende herbivore ganzen en eenden;
- Het verhoogde winterpeil leidt tot een substantiële toename van het areaal rietmoeras. Het broedareaal voor moerasvogels (kiekendieven reigerachtigen rallen zangvogels) neemt hierdoor toe;
- Bij een winterpeilverhoging (van 50 cm) is in de winter circa 1400 ha beschikbaar voor grote grazers. De begrazingsintensiteit neemt in de winter relatief toe in het gebied. Dit zal verder bijdragen aan de terugdringing van bosopslag, zeker wanneer de grazers gedwongen worden over te stappen op een dieet van houtige gewassen die in de zomerperiode een kans krijgen wanneer de grazers naar de lager gelegen terreindelen trekken. Op de begraasde terreinen ontwikkelen zich wel (vochtige) graslanden die als foerageergebied voor ganzen kunnen dienen.

Dynamisch peilbeheer met een winterpeilverhoging van 50 cm levert hiermee een relatief grote bijdrage aan de totstandkoming van natuurdoelstellingen in het Lauwersmeer. Zowel de vegetatiekundige als de avifaunistische variatie in het gebied neemt sterk toe. De populaties van moerasvogels, steltlopers en sterns kunnen aanmerkelijk toenemen. Ook bij een geringere winterpeilverhoging treedt een toename van de natuurwaarde van het gebied op, zij het minder groot. Mogelijk vindt hierbij echter een minder grote terugdringing van struweel plaats op de hoger gelegen delen vanwege de minder grote begrazingsdruk in de winter. Bij de winterpeilverhoging van minder dan 30 cm is relatief weinig natuurwinst te boeken bij een winterpeilverhoging van minder dan 10 cm is de natuurwinst nihil [ref. 4.4].

Gevolgen brak systeem
Brak water verstekt het effect van langdurige inundatie. Op de ‘s winters langdurig overstroomde terreindelen ontwikkelt zich in de zomer een brakke pioniersvegetatie, met waarschijnlijk een vrij lage primaire productie, vergelijkbaar met de vegetaties van lage kwelders. Mogelijk ontstaan op de permanent overstroomde platen zeegrasvegetaties. Rietmoerassen zullen niet ontstaan, mogelijk wel kleinere arealen met biezen (afhankelijk van chloridegehalte van het water). Bij een (stagnant) brak systeem met een seizoensfluctuatie treedt waarschijnlijk een relatieve verarming op van de broedvogelbevolking. Vogels van (riet)moerassen verliezen hun biotopen. De vogels die op de droogvallende platen broeden en foerageren kunnen meestal ook in een zoet systeem een geschikte plek vinden. Bovendien verliest het gebied zijn foerageerfunctie voor de Kleine zwaan, omdat de watervegetaties met Schedefonteinkruid snel zullen verdwijnen. Een brak systeem levert voor de Lepelaar mogelijk betere foerageercondities op.

Het is niet ondenkbaar dat een brak stagnant systeem positieve gevolgen heeft voor vogelsoorten die nu niet kwalificerend zijn voor het Lauwersmeer. Het gebied kan daarmee op een andere wijze dan momenteel bijdragen aan Natura 2000.

De natuurlijke variatie van een brak meer met een seizoensfluctuatie verschilt sterk met die van een estuarium met (ook) een getijdefluctuatie. In het laatste geval ontstaan veel genuanceerde verschillen in terreindelen qua overstromingsfrequentie, overstromingsduur en chloridegehalte. De vegetatiekundige variatie is daardoor groter, wat op haar beurt een grotere biotoopafwisseling, en daarmee een rijkere fauna oplevert.

Gevolgen voor vogels
In tabel 4.8 is aangegeven hoe dynamisch peilbeheer en een brak systeem van invloed zijn op kwalificerende en overige relevante vogelsoorten.

Tabel 4.8 Gevolgen voor vogels (ten opzichte van peilconsolidatie) [ref. 4.4].

Soorten	Mogelijke gevolgen
Kleine zwaan	Bij zoet systeem: geen veranderingen. Beschikbaarheid Schedefonteinkruid blijft gelijk. Bij zout systeem: belangrijkste voedselbron (Schedefonteinkruid) verdwijnt. Gedwongen overschakeling op oogstresten in omgeving, en daardoor mogelijk afname populatie.
Wilde zwaan, Grauwe gans, Brandgans	Foerageermogelijkheden binnen Lauwersmeer nemen mogelijk toe, door grotere begrazingsdruk op hoger gelegen terreinen.
Herbivore eenden (Krakeend, Wintertaling, Pijlstaart, Slobeend)	Foerageermogelijkheden nemen toe door grotere arealen grasland (hogere delen) en ondiep water.
Lepelaar	Door toename van geleidelijke oevers en ondiep water nemen foerageermogelijkheden en voedselaanbod toe, zowel in een zoet, maar vooral in een brak watersysteem.
Weidevogels (o.a. kemphaan) en sterns	Relatief sterke toename van potentieel geschikt broedareaal (slikken drassige graslanden en pioniervegetaties).
Kiekendieven en moerasvogels	Zoet systeem toename van potentieel geschikt broedareaal (rietlanden). Brak systeem: verdwijnen van geschikte broedbiotopen.

Uit tabel 4.8 blijkt dat een dynamisch peilbeheer vooral positieve tot neutrale gevolgen heeft. Een brak systeem heeft daarnaast een aantal negatieve effecten (met name op Kiekendieven en moerasvogels, alsmede Kleine zwaan).

Autonome ontwikkeling: zeespiegelstijging
Door zeespiegelstijging zal op de langere termijn het spuivenster kleiner worden waardoor de overschrijdingsfrequentie verandert en het aantal overschrijdingen toeneemt.
Hoewel een lange meetreeks van inundatiefrequenties ontbreekt, is wel duidelijk dat bij extreme waterstanden de overschrijdingsfrequentie slechts zeer gering toeneemt ten opzichte van lage waterstanden. Op basis van de tweejaarlijkse reeks blijkt bijvoorbeeld dat het verschil in overschrijdingskans tussen 3 cm -NAP en 18 cm –NAP slechts 0,25% is. Daarmee zal het effect – een toename van de overschrijdingsfrequentie ten opzichte van de huidige situatie – gezien de zeer geringe omvang van de gebiedsdelen die vaker overstromen klein zijn (zie ook paragraaf 7.4).

Overige functies
Anders dan de functies – landbouw, militair oefenterrein en recreatie - die toegerekend kunnen worden aan het waterbeheer zijn er geen relevante autonome ontwikkelingen die van invloed zijn op de levende natuur. Zoals in deze paragraaf is aangegeven zijn de keuzes ten aanzien van het waterbeheer van grote invloed op de ontwikkeling en het beheer van de levende natuur.

4.3.5 Conclusies levende natuur
De ecologische betekenis van het Lauwersmeer is (vanuit beleid) vooral verbonden met:
- een open landschap van (grootschalig) open water, slikken graslanden en moerassen. Bos en struwelen komen alleen op de allerhoogste platen en in de periferie voor;
- broedvogels van drassige graslanden en moerassen;
- rust- en foerageergebied voor overwinterende trek- en watervogels (eenden ganzen zwanen steltlopers, watergebonden roofvogels).

Sinds afsluiting in 1969 zijn vegetatie en fauna sterk veranderd. Er is een trend waarneembaar richting minder bijzondere natuur (verarming), verzoeting en minder variatie (verruiging). Begrazingsbeheer is maar beperkt van invloed op deze trend (remt af).

De waterhuishouding en het vegetatiebeheer zijn bepalend voor het biotisch functioneren van het Lauwersmeer. Indien er geen veranderingen optreden in beide zal de levende natuur toch langzaam veranderen in een op zich ongewenste richting zoals hierboven

beschreven. Als er wel veranderingen in de waterhuishouding (en het beheer) optreden zijn de veranderingen veel groter, maar tevens veel meer passend bij de doelstellingen vanuit de verschillende (beleids)kaders.

De eventuele toekomstige keuzes voor een natuurlijker dynamisch peilbeheer, al dan niet in combinatie met het beperkt toestaan van zoutwater invloed, zijn van veel grotere invloed op het waterhuishoudkundig systeem en het ecosysteem dan de optredende maaiveldverlaging als gevolg van bodemdaling door gasproductie. Een brakwater systeem kan zelf tot significante negatieve effecten op (kwalificerende) vogels leiden naast de voorziene positieve effecten op vogelsoorten die nu niet kwalificerend zijn voor het Lauwersmeer (maar wel gewaardeerd) en de vegetatieontwikkeling.

Het effect van zeespiegelstijging op de levende natuur lijkt vooralsnog zeer gering (zie paragraaf 7.4).

4.4 Conclusies

In dit hoofdstuk is geanalyseerd op welke aspecten bodemdaling door aardgaswinning in het Lauwersmeergebied van invloed is. Daarbij bleken vooral het beheer van het oppervlaktewater en in samenhang daarmee, de levende natuur van belang te zijn. Onderstaand is een samenvatting gegeven van de belangrijkste conclusies ten aanzien van het (oppervlakte)waterbeheer en de levenden natuur in de huidige situatie en in de autonome ontwikkeling (referentiesituatie effectbeschrijving hoofdstuk 7).

Waterhuishouding
Alle toekomstscenario's ten aanzien van het waterbeheer vergen aanpassingen in de waterhuishoudkundige infrastructuur en het vigerende beheer. Die aanpassingen hoeven wat betreft het scenario Peilconsolidatie niet altijd direct te worden gerealiseerd en kunnen gefaseerd in de tijd worden ingevoerd. Afhankelijk van de aanpassingen die worden doorgevoerd kunnen de verschillende doelen die voor het Lauwersmeer zijn geformuleerd, worden gehaald.

Bodemdaling en zeespiegelstijging zorgen samen ook voor het geleidelijk steeds meer verzilten van het oppervlaktewater. Zeespiegelstijging heeft met name een toename van (zilte) kwelstromen tot gevolg. Dit effect is het grootst in de kustzone en meer landinwaarts gelegen lage poldergebieden waar peilaanpassingen worden doorgevoerd om de drooglegging gelijk te houden die door bodemdaling is veranderd (i.e verlaagd).

Binnen het Lauwersmeer zijn door de bodemdaling ook geringe effecten mogelijk op lokale grondwaterstromingen in de voormalige wadplaten. Door maaiveldzakking neemt het drukverschil, bij gelijkblijvend streefpeil, in geringe mate af tussen het ondiepe grondwater in de hogere delen en dat van de lagere delen. Een ander effect is dat de zoetwaterbel onder de platen iets dunner wordt. Lokale grondwaterstromen kunnen zo het onderliggende zoutere grondwater aan de randen van de plaat iets omhoog duwen. De gevolgen hiervan zijn:

- dat de zone waarin kalkrijk grondwater uittreedt iets minder breed wordt;
- dat aan de lagergelegen randen het zoute grondwater, via capillaire opstijging in de zomerperiode, een grotere invloed krijgt.

De mate waarin beide effecten optreden zijn zonder nadere kwantificering niet goed aan te geven maar zijn naar verwachting van geringe omvang.

Levende natuur
De waterhuishouding en het natuurbeheer zijn bepalend voor het biotisch functioneren van het Lauwersmeer. Indien er geen veranderingen optreden in beide zal de levende natuur toch langzaam veranderen in een ongewenste richting (beleidsmatig gezien): minder bijzondere natuur (verarming), verzoeting en minder variatie (verruiging/verlies openheid):

- sterke afname van zilte pioniersvegetaties en lichte afname van duinvalleivegetaties;
- afname Veldmuis en toename Waterspitsmuis;

- afname van kwalificerende vogelsoorten: Bruine en Grauwe kiekendief en vooral Kemphaan;
- afname van overige relevante vogelsoorten: Kluut, Paapje, Rietzanger en vooral Noordse stern;
- afname van enkele winter- en trekvogels: Grauwe gans en Brandgans.

Als er wel veranderingen in de waterhuishouding en het beheer optreden conform de waterbeheerscenario´s, zijn de veranderingen veel groter, maar passen ze beter bij de doelstellingen vanuit de verschillende (beleids)kaders (zie hoofdstuk 9 en bijlage 3).

Het doel van de gewenste ontwikkeling is de waardevolle pioniervegetaties en bijbehorende fauna in stand te houden. Bij het huidige beheer treedt namelijk een sterke verbossing op, die tot minder waardevolle natuur in het gebied leidt. Hogere waterstanden in de winter gaan deze verbossing tegen maar dienen gecombineerd te worden met beheersmaatregelen op de hogere delen van de zandplaten. Inundatie met brak of zout water is effectiever dan inundatie met zoet water voor het terugdringen van verbossing. Bodemdaling levert bij een gelijk oppervlaktewaterpeil hogere waterstanden en daarmee een bijdrage aan het tegengaan van verbossing.

Effectparameters
De effecten van bodemdaling door gaswinning op het land (poldergebieden) worden in het oppervlaktewatersysteem vooral merkbaar als het oppervlaktewaterpeil wordt aangepast om de gewenste drooglegging te handhaven. Aspecten die dan van belang zijn, en daarom in hoofdstuk 7 aandacht behoeven betreffen verandering in het verhang van een afwateringsgebied (afwateringsrichting), verandering in waterstanden (opvoerhoogte van het peilregelende kunstwerk en/of drooglegging) en verandering in waterbergingscapaciteit. Dit met uitzondering van het Lauwermeer zelf, waar de grootste effecten optreden door het huidige peil vast te houden. Aspecten die daar van belang zijn, betreffen verandering in overstromingsduur van oevers, in afslag van plaatranden in waterdiepte en in kwel en verzilting. Deze abiotische processen van het gebied zijn sterk bepalend voor de ontwikkelingen in de vegetatie en fauna.

Daarnaast is de verandering in kruinhoogten van kaden en dijken van belang vanuit (hoogwater) veiligheid.

Voor de levende natuur is met name de beschermde status van het Lauwersmeer als Vogelrichtlijngebied van belang. Zowel broed- als winter- en trekvogels zijn dus van belang. Voornoemde abiotische veranderingen kunnen hierop van invloed zijn. Omdat zowel de vegetatieontwikkeling als enkele voedselrelaties – i.c. zoogdieren en aquatische ecologie – ook van invloed zijn op de aanwezige vogels wordt ook hierbij uitgebreid stilgestaan in hoofdstuk 7.

De (autonome) ontwikkeling ten aanzien van zowel het waterbeheer als, en in samenhang daarmee, het natuurbeheer ligt beleidsmatig nog niet vast. Vanuit het waterbeheer is peilconsolidatie het meest kritische scenario omdat bodemdaling door aardgaswinning dan tot de meeste veranderingen leidt. Omdat zowel peilfluctuatie als extra invloed van zoutwater - zoals voorzien in de andere scenario's - sterker doorwerken in de ontwikkeling van vegetatie en fauna, wordt in hoofdstuk 7 een gevoeligheidsanalyse ten aanzien van de effecten van aardgaswinning op basis van deze scenario's gepresenteerd.

Eindconclusie
In het binnendijkse gebied wordt de ecologische ontwikkeling van de deelgebieden bepaald door de waterhuishouding. Grootschalige processen als zeespiegelstijging en bodemdaling hebben een effect op de waterhuishouding waarbij het effect van zeespiegelstijging groter is dan dat van bodemdaling, zeker op de lange termijn.

Zeespiegelstijging heeft een effect op de verzilting van het binnendijkse gebied,-met name de kustzone en laaggelegen polders, en op termijn op de spuimogelijkheden van de spuisluizen Lauweroog. Bodemdaling heeft in het agrarische en militaire gebied een effect op de verzilting, de afvoermogelijkheden van het waterbezwaar en de kerende

hoogte van kaden en dijken; in natuurgebieden op de inundatiefrequentie en-duur, de waterdiepte en op de zoute en kalkrijke kwel langs de randen van voormalige wadplaten.

Ten aanzien van de ecologische ontwikkeling van het Lauwersmeergebied en met name het Nationaal Park Lauwersmeer, is de keuze van het beheerscenario voor de toekomstige ontwikkeling van het gebied van belang vanwege het feit dat bij een keuze voor een ander beheer dan het huidige, de ecologische ontwikkeling van het gebied geheel anders verloopt.



Referenties

4.1. Ontwikkelingen en huidige situatie van natuurwaarden in het Lauwersmeer, een verkenning van de natuurwaarden en de mogelijke effecten van bodemdaling door gaswinning, Altenburg&Wymenga ecologisch onderzoek, oktober 2005

4.2. Zoetendal, J.R., Y. de Leeuw & N. Zwaansdijk. 2005 Effectenstudie aardgaswinning Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen Grontmij, Drachten.

4.3. Natuur- en Habitattoets aanleg gastransportleidingen Oranjewoud augustus 2005.

4.4. Winterpeilverhoging Lauwersmeer: kansen voor natuur. Arcadis i.o.v. Provincie Groningen 23 juni 2005.

4.5. Stroomlijnen een handreiking voor het waterbeheer in Fryslân, West-Groningen Noord-Drenthe en de Waddenzee, Staatsbosbeer, It Fryske Gea, Friese Milieu Fedratie, Milieufederatie Groningen Milieufederatie Drenthe, Natuurmonumenten Waddenvereniging en Het Groningen Landschap, maart 2005.

4.6. Onderweg naar de Watervisie Lauwersmeer, Bestuurlijk Overleg Watervisie Lauwersmeer, maart 2005.

4.7. Waterbeheersplan Lauwersmeergebied 2003-2007, Waterschap Noordzijldervest, 7 mei 2003

4.8. Beheer- en Inrichtingsplan Nationaal Park Lauwersmeer, Overlegorgaan Nationaal Park Lauwersmeer in oprichting, 5 maart 2003.

4.9. Aanwijzing als Nationaal Park. Ministerie van LNV, 12 november 2003.

4.10. Aanwijzingsbesluit Vogelrichtlijngebied en watergebied van internationale betekenis inzake Wetlands-conventie van Ramsar, ministerie van LNV, 24 maart 2000.

4.11. Ecologische effecten van bodemdaling in het Lauwersmeer, LB&P/Heidemij Advies, juli 1995.

4.12. Aanwijzing als Staatsnatuurmonument en beschermd Natuurmonument, ministerie van LNV, 7 juli 1994.

4.13. Natuurvriendelijke waterhuishouding Lauwersmeer, IWACO i.o.v. Overlegorgaan Nationaal Park Lauwersmeer, 2001.

4.14. Waterhuishouding In Noord en West Groningen (WING-studie)

4.15. Intergraal Waterbeheer Plan (IWBP). Wetterskip Fryslân

4.16. Wintermans & Vegter 2005. Stroomlijnen Indicatieve getallen doelen en uitgangspunten. Wintermans Ecologenbureau, Finsterwolde; Jaap Vegter, Groningen.

4.17. HKV lijn in water, juli 2005. Watervisie Lauwersmeer: Quick Scan Estuarien in opdracht van de provincie Groningen.

4.18. Robuuste Natte As. – Min. van LNV , 2002.

4.19. Natuurvriendelijke waterhuishouding Lauwersmeer. Eindrapportage achter-gronddocument. Ietswaart , T. & J.S. Rus 2001. Iwaco projectnr. 25894, Iwaco, Groningen.

4.20. Nota Natuurbeheer van de Provincie Fryslân (Provincie Friesland 1998).

4.21. Nota Ruimte. Ministerie van VROM, 2005.

4.22. Water- Aan en Afvoer Regeling (WAAR)

4.23. Provincies Fryslân en Groningen 2005. Notitie reikwijdte en detailniveau ten behoeve van SMB Watervisie Lauwersmeer, Arcadis, 20 september 2005.

4.24. TNO-NITG, 1997. Onderzoek waterhuishoudkundige inrichting Friesland (fase 2, 2e vervolg). In opdracht van de provincie Friesland, januari 1997



Aantekeningen



Inhoudsopgave

5 Productie met de hand aan de kraan: winnen, meten, monitoren 190

5.1 Inleiding 190

5.2 Winnen 191

5.2.1 Bodemdalingsprognose 191

5.2.2 Maximaal toelaatbare bodemdalingssnelheid per komberging 193

5.2.3 Bodemdalingssnelheid 194

5.3 Meetplan 205

5.4 Meet- en Regelcyclus 207

5.5 Monitoren – Monitoringsplan 209

5.5.1 Algemene uitgangspunten voor de monitoring 209

5.5.2 Invulling monitoringsplan Waddenzee 218

5.5.3 Invulling monitoringsplan Lauwersmeergebied 221

5.6 Organisatorische invulling 'hand aan de kraan' 222



5 Productie met de hand aan de kraan: winnen, meten, monitoren

5.1 Inleiding

In haar eindrapport Ruimte voor de Wadden heeft de Adviesgroep Waddenzeebeleid als volgt verwoord wat toepassing van het hand aan de kraan-principe bij gaswinning in het Waddenzeegebied inhoudt:

"De Adviesgroep heeft vastgesteld dat er geen ecologische gronden zijn voor het afzien van winning indien de gaswinning aan strikte natuurgrenzen wordt gebonden. Bij een goed gekozen en goed te berekenen maximaal toelaatbare bodemdalingssnelheid van de diepe ondergrond is geen natuurschade te verwachten. Wanneer de bodemdalingssnelheid wordt gelimiteerd, kan het natuurlijke proces van opslibbing op kwelders en platen met een beperkte vertraging de effecten van de bodemdaling volledig compenseren. Aantasting van de veerkracht en natuurschade is dan niet te verwachten. Tijdens de gaswinning wordt continu de bodemdalingssnelheid gemeten, alsmede de snelheid van de opslibbing. Tevens worden waarnemingen gedaan aan kwelders en platen om te kunnen bepalen of de natuureffecten die aan gaswinning zouden kunnen worden toegeschreven inderdaad uitblijven. Indien deze vooraf vastgelegde natuurgrenzen worden overschreden, te bepalen door een onafhankelijke Monitoringscommissie, wordt de gaswinning vertraagd of gestopt. De nieuwe Mijnbouwwet biedt de wettelijke mogelijkheden voor deze aanpak." [ref. 5.1, p6-7]

Alle onderdelen van deze hand aan de kraan-aanpak komen in dit MER aan de orde. Ze worden hieronder stuk voor stuk aangeduid, wat tegelijk een vooruitblik biedt op de inhoud van dit hoofdstuk.

Maximaal toelaatbare bodemdalingssnelheid per komberging (gebruiksruimte)
Het eerste element van het hand aan de kraan-principe is reeds behandeld in hoofdstuk 3 en dan met name in paragraaf 3.5: het bepalen van de maximaal toelaatbare bodemdalingssnelheid in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag door de nieuwe winningen. Hierbij is een aantal elementen van belang, namelijk de bepaalde natuurgrens per komberging, de verwachte zeespiegelstijging, de autonome bodemdaling en de bodemdaling door bestaande winning (Anjum & Ameland). De in paragraaf 3.5 bepaalde gebruiksruimte is de basis voor de afweging van de mogelijke productiescenario's beschreven in paragraaf 5.2.

Bodemdalingsprognose en bodemdalingssnelheden
In de hand aan de kraan-benadering is het de taak van de initiatiefnemer om een zodanig productiescenario uit te werken en de daarbij behorende bodemdaling te voorspellen, dat binnen gestelde grenzen wordt geopereerd. De informatie hierover is te vinden in paragraaf 5.2 en het winningsplan.

Meten/meetplan
Tijdens de winning worden metingen uitgevoerd, onder meer van de bodemdalingssnelheid. De wijze waarop deze metingen verricht worden, en de frequentie waarmee dit gebeurt, wordt in detail beschreven in het meetplan. Paragraaf 5.3 laat zien wat de hoofdlijnen van dit meetplan zijn.

Uitgangspunt is dat de gemiddelde bodemdalingssnelheid beneden de vastgestelde natuurgrens in de betreffende kombergingsgebieden blijft. De procesbeschrijving van het meet- en regelprotocol is in paragraaf 5.4 nader uitgewerkt.

Monitoren/monitoringsplan
Naast een Winningsvergunning zijn ook Natuurbeschermingswetvergunningen vereist. De aanvragen daarvoor gaan vergezeld van een monitoringsplan. Dit monitoringsplan beschrijft welke (abiotische en biotische) variabelen tijdens de winning gemonitord zullen worden en met welke methoden dit gebeurt. Op basis daarvan kan het bevoegd gezag

voor de Natuurbeschermingswetvergunningen, de minister van LNV, monitoringsvoorschriften in de vergunningen opnemen. Voor zowel het Waddenzeegebied (paragraaf 5.5.2) als het Lauwersmeergebied (paragraaf 5.5.3) is een concreet monitoringsplan uitgewerkt, dat waar mogelijk aansluit bij reeds lopende monitoringprogramma's en daar nog een aantal nieuwe elementen aan toevoegt.

Organisatorische invulling 'hand aan de kraan'
Het laatste element van de hand aan de kraan-benadering is dat de overheid de initiatiefnemer kan voorschrijven de productie te temperen of zelfs te staken indien de resultaten van meting en monitoring hiervan de noodzaak aantonen. De Adviesgroep Waddenzeebeleid stelt voor een onafhankelijke commissie hierin een rol te laten spelen.

Uiteindelijk zal het bevoegd gezag de organisatorische invulling van de hand aan de kraan-benadering bepalen. In aansluiting op de richtlijnen voor dit MER wordt in paragraaf 5.6 aangegeven welke invulling de NAM hierbij voor ogen staat.

Waddenzee en Lauwersmeergebied
Vooraf is tenslotte nog van belang dat het hand aan de kraan-principe in de uiteenzetting daarvan door de Adviesgroep Waddenzeebeleid en ook in de reactie op dit advies van het kabinet [ref. 5.2] is gereserveerd voor bodemdaling door gaswinning en de vervolgeffecten van deze bodemdaling in de Waddenzee. Het meetplan dient echter het hele bodemdalingsgebied te bestrijken, dus ook het Lauwersmeergebied. Vanwege de natuurwaarden van het Lauwersmeergebied, en niet in de laatste plaats het gedeelte daarvan dat een Speciale Beschermingszone vormt in het kader van de Vogelrichtlijn/Natuurbeschermingswet 1998, is in het monitoringsplan naast de Waddenzee ook het Lauwersmeergebied opgenomen.

5.2 Winnen

5.2.1 Bodemdalingsprognose

Gebaseerd op geologische en reservoirsimulatie modellen zijn bodemdalingsprognoses gemaakt voor gaswinning uit de velden Nes, Moddergat, Lauwersoog-C, -West en Oost en Vierhuizen-Oost. In figuur 5.1 wordt de te verwachten bodemdaling als gevolg van gaswinning uit de bovengenoemde velden weergegeven vanaf 2007 (start van de productie van de locatie Moddergat) tot zo'n 5 jaar na beëindiging van de productie van de bovenbenoemde nieuwe gasvelden. Naast de bodemdaling ten gevolge van winning uit deze nieuwe velden is ook de bodemdaling ten gevolge van de gaswinning uit reeds producerende velden in de provincies Friesland en Groningen van belang, omdat de bodemdalingsschotel van sommige van deze velden gedeeltelijk samenvalt met de bodemdalingsschotel van de nieuwe gasvelden. In figuur 5.2 wordt de totale te verwachten bodemdaling weergegeven vanaf 2007 (start van de productie van de locatie Moddergat) tot zo'n 5 jaar na beëindiging van de productie van de bovenbenoemde nieuwe gasvelden. Reeds in 1986 werd begonnen met gasproductie uit het Ameland-Oost veld, waarvan de bodemdalingsschotel zich tot onder het kombergingsgebied Pinkegat uitstrekt. Om het totaalbeeld te schetsen, wordt in figuur 5.3 de totale bodemdaling weergegeven vanaf 1986 (start van de gasproductie op Ameland) tot zo'n 5 jaar na beëindiging van de productie van bovengenoemde nieuwe gasvelden.

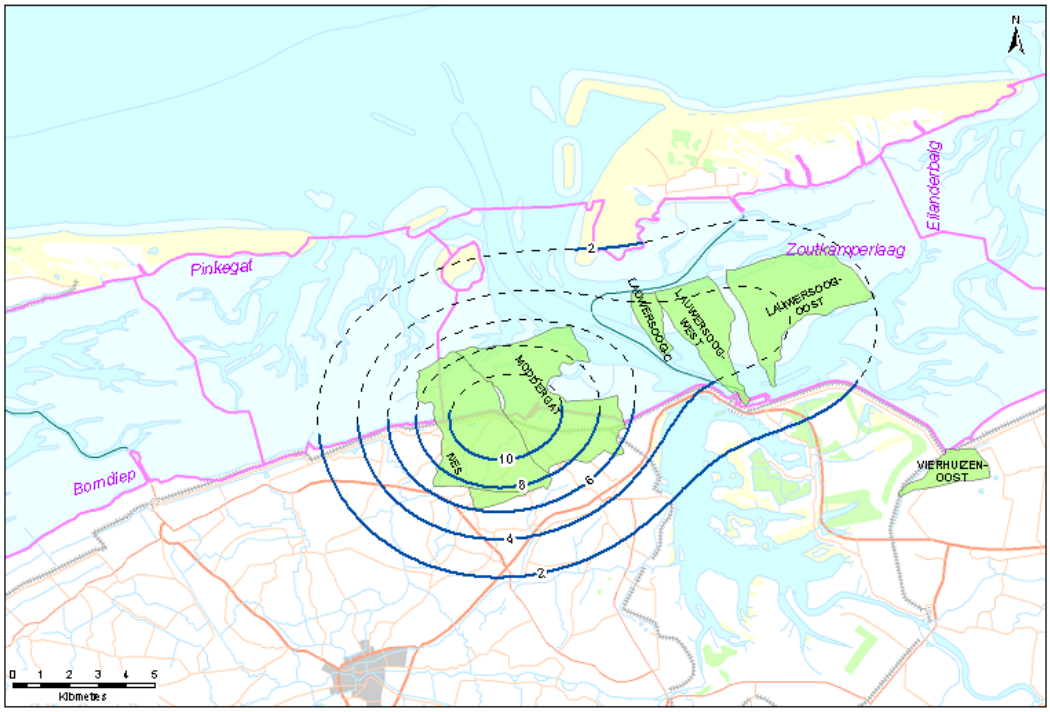
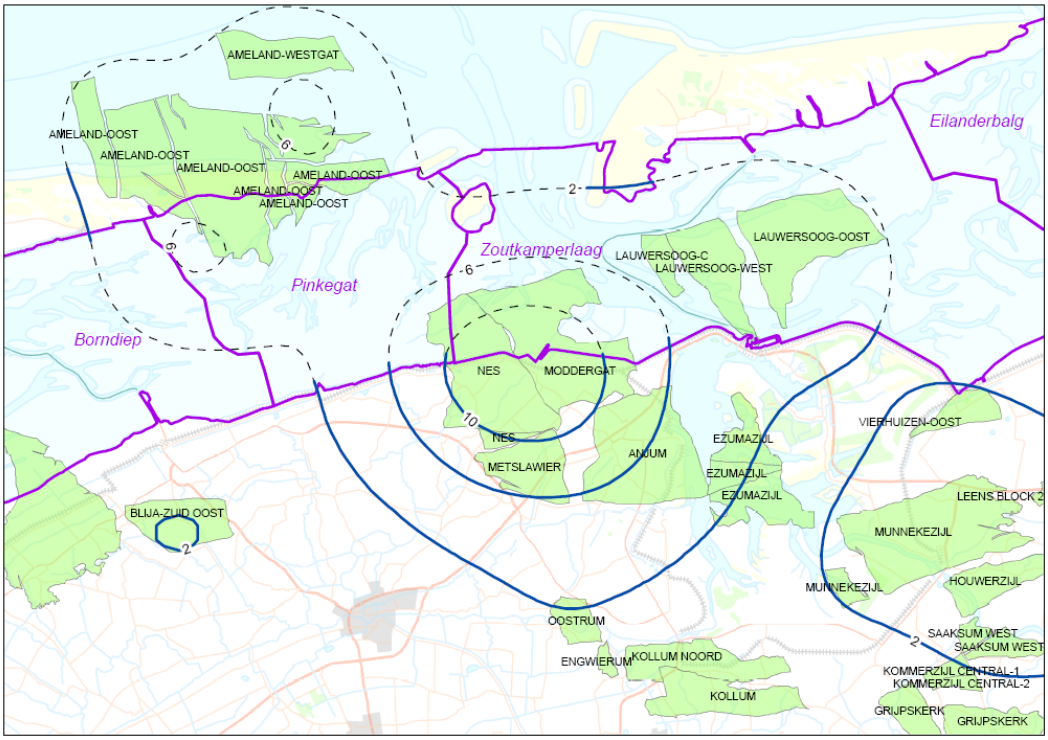
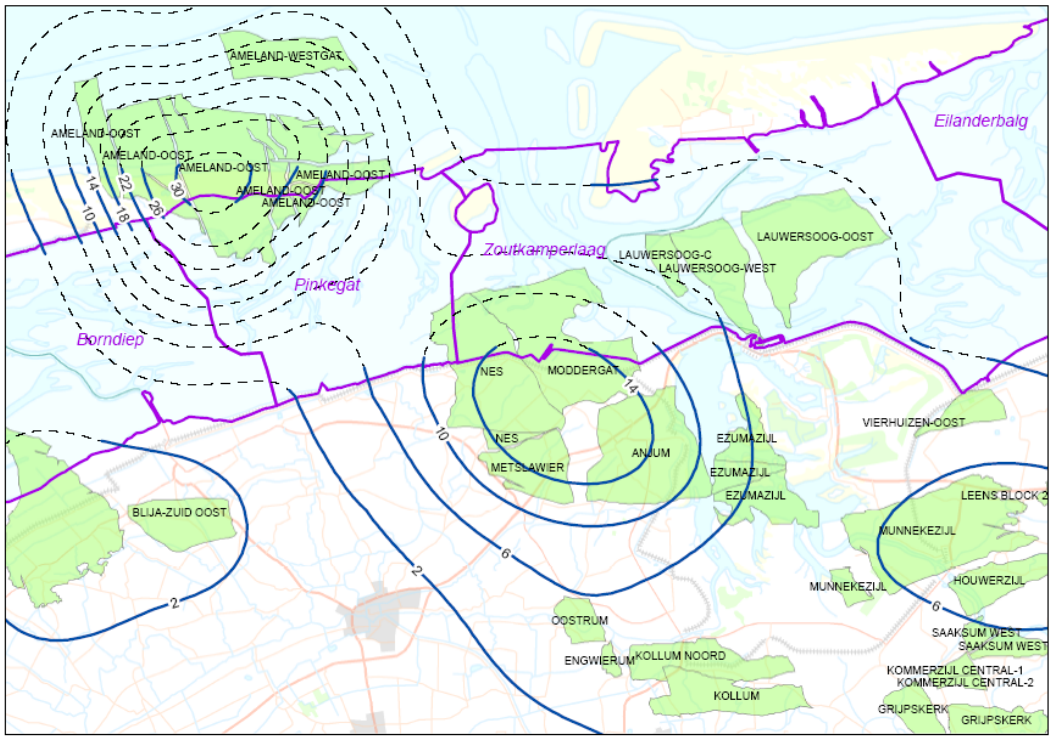


Fig van de gasproductie uit de nieuwe gasvelden. De buitenste lijn geeft de 2 cm bodemdalingscontour aan.



Figuur 5.2 Verwachte totale bodemdaling (in cm) vanaf 2007 (start productie vanaf de locatie Moddergat) tot 2040 ten gevolge van de gasproductie uit de nieuwe gasvelden in combinatie met naburige reeds producerende velden. De buitenste lijn geeft de 2 cm bodemdalingscontour aan.



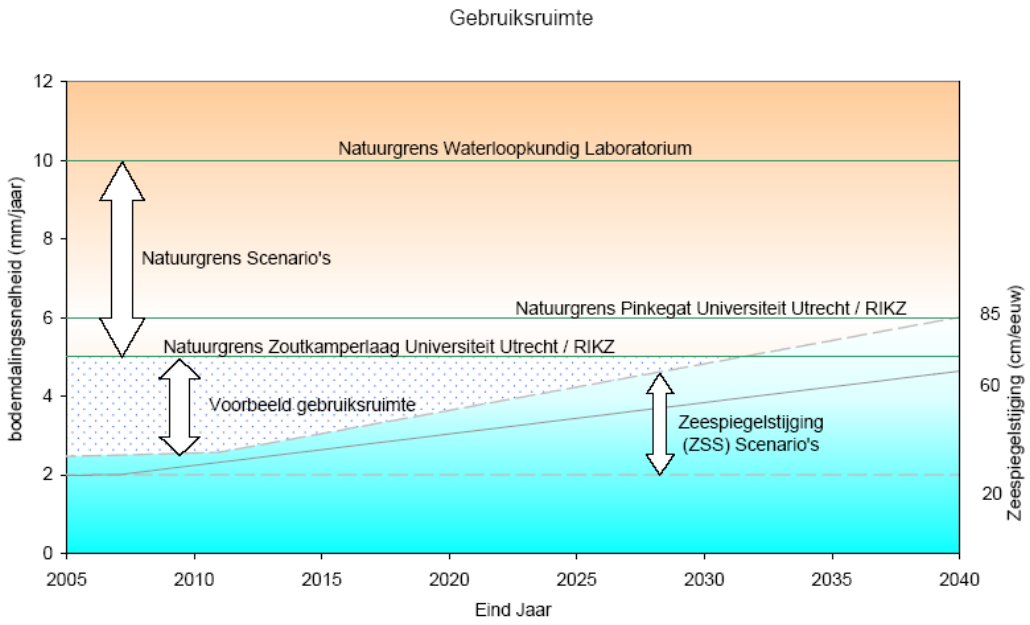
Figuur 5.3 Verwachte totale bodemdaling vanaf 1986 (start productie Ameland) tot 2040 tengevolge van de gasproductie van de nieuwe gasvelden in combinatie met naburige reeds producerende gasvelden. De contourlijnen geven de bodemdaling in cm aan.

De onzekerheid van de prognose is probabilistisch bepaald en is gebaseerd op onzekerheden in de belangrijkste invoerparameters: de drukdaling in het reservoir ten gevolge van de gasproductie, de dikte van het reservoir en de samendrukbaarheid van het reservoirgesteente (zie hoofdstuk 1 voor een beschrijving van het bodemdalingsmodel). Het resultaat is een onzekerheid in de voorspelde bodemdaling ten gevolge van gaswinning uit de velden Nes, Moddergat, Lauwersoog-C, -West en -Oost en Vierhuizen-Oost van circa 30%. Een meer gedetailleerde uitleg over de berekeningswijze wordt gegeven in het winningsplan. Metingen (gasproductie en reservoir druk) tijdens de productie en meting van de actuele bodemdaling zal deze onzekerheid in het voorspellend vermogen reduceren. Operationele onzekerheden zoals vertraging in de ontwikkeling van bepaalde gasvelden, etc. zijn niet meegenomen.

Bij de kwelders in Peasens, waar de te verwachten bodemdaling door gaswinning uit de nieuwe velden het grootst is, komt dit overeen met een onzekerheid van zo'n 4 cm in de eindsituatie.

5.2.2 Maximaal toelaatbare bodemdalingssnelheid per komberging

Het eerste element van het hand aan de kraan-principe is reeds behandeld in hoofdstuk 3 en dan met name in paragraaf 3.5: het bepalen van de maximaal toelaatbare bodemdalingssnelheid door de gaswinning in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag. Aan de hand van de natuurgrenzen (tabel 3.6), autonome bodemdaling en de verschillende zeespiegelstijging scenario's, is de gebruiksruimte voor gaswinning per komberging bepaald. In figuur 5.4 zijn de elementen die de gebruiksruimte voor bodemdaling ten gevolge van gaswinning bepalen inzichtelijk gemaakt.



Figuur 5.4 De gebruiksruimte is afhankelijk van het gekozen zeespiegelstijging (ZSS) en natuurgrens scenario; als voorbeeld is de gebruiksruimte voor komberging Zoutkamperlaag bij toepassing van het meest conservatieve zeespiegelstijgingsscenario (scenario-85) en de meest veilige natuurgrens (RUU/RIKZ) aangegeven.

De bepaling van de gebruiksruimte wordt sterk gedomineerd door de verwachte zeespiegel-stijging en het toegepaste natuurgrens scenario. Toepassing van de meest conservatieve, dat wil zeggen voor de gebruiksruimte meest beperkende, grenzen voor deze scenario's geeft voldoende zekerheid dat, op basis van de momenteel beschikbare wetenschappelijke kennis, ervan uitgegaan mag worden dat de sedimentatie de bodemdaling in beide kombergingen als gevolg van gaswinning kan bijhouden en dat er in dat geval geen negatieve effecten op het ecologisch functioneren van de kombergingsgebieden mogen worden verwacht. De aannames voor natuurgrens en zeespiegelstijging scenarios zullen periodiek geëvalueerd dienen te worden.

5.2.3 Bodemdalingssnelheid

Voor de kombergingsgebieden is het van belang dat de sedimentatie de bodemdaling, met eventueel enige vertraging, compenseert. Verschillende studies zijn uitgevoerd om te bepalen wat het meegroeivermogen van een kombergingsgebied is, met andere woorden onder welke bovengrens (natuurgrens) de bodemdalingssnelheid moet blijven, zodat de bodemdaling inderdaad door sedimentatie gecompenseerd wordt. Er moet worden bedacht dat deze natuurgrenzen zijn bepaald als veilige grens voor het lange termijn meegroeivermogen over perioden van 18,6 jaar.

Wanneer de bodemdalingssnelheid als gevolg van de voorgenomen winningen berekend zou worden als een gemiddelde over de totale productieperiode van 40 jaar, dan bedraagt deze circa 1 mm/jaar, hetgeen voor beide kombergingen ruim beneden welke natuurgrenzen dan ook ligt. Bij de beoordeling van de gemiddelde bodemdalingssnelheid is met name de natuurlijke getijdecyclus van 18,6 jaar van belang. Dit zou pleiten voor het middelen en beoordelen van de bodemdalingssnelheid over een periode van 18,6 jaar. In dat geval is echter niet duidelijk meer te zien hoe de bodemdalingssnelheid gedurende de productieperiode is verlopen.

De vraag is dan wat een redelijke tijdsbasis is om bodemdaling weer te geven, rekening houdend met de dynamiek van het systeem (18,6-jarige cyclus) en natuurlijke variaties (jaar tot jaar variaties in gemiddeld hoogwater (GHW). Een pragmatische aanpak is om aan te sluiten bij de meetfrequentie van Rijkswaterstaat waarin de hoogteligging van de gehele Waddenzee in kaart wordt gebracht. Deze meetcyclus bedraagt 6 jaar. Ook vergeleken met de variatie in jaargemiddelde hoogwaters is de vergelijkingsbasis dan

redelijk constant. Om deze reden is voor de berekeningen waaruit moet blijken of de bodemdalingssnelheid ten gevolge van de gasproductie de gebruiksruimte al dan niet overschrijdt, eveneens uitgegaan van een zesjaarlijks gemiddelde.

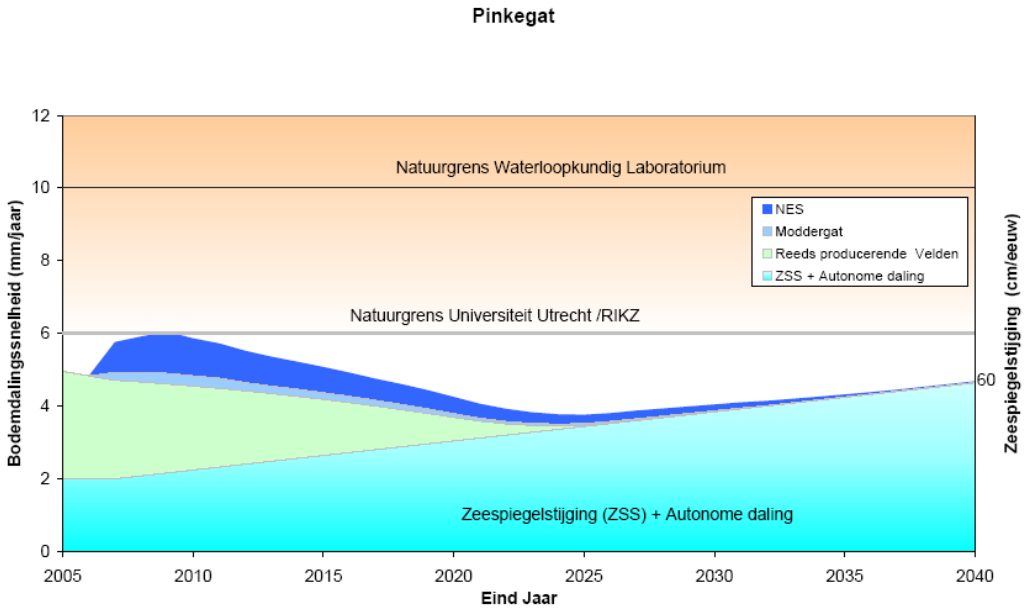
De gemiddelde bodemdalingssnelheid in een kombergingsgebied wordt berekend door de gemodelleerde (berekende) toename van het bodemdalingsvolume per tijdseenheid in het kombergingsgebied te delen door de totale oppervlakte van het betreffende gebied.

Autonome ontwikkeling (bestaande gaswinning)
De gaswinning uit de reeds producerende velden vanaf de locaties Anjum en Ameland veroorzaakt reeds bodemdaling in de kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag. De resulterende gemiddelde bodemdalingssnelheid bij voortzetting van deze winning zoals beschreven in de betreffende winningsplannen (2003) is meegenomen in de gemiddelde bodemdalingssnelheids-grafieken.

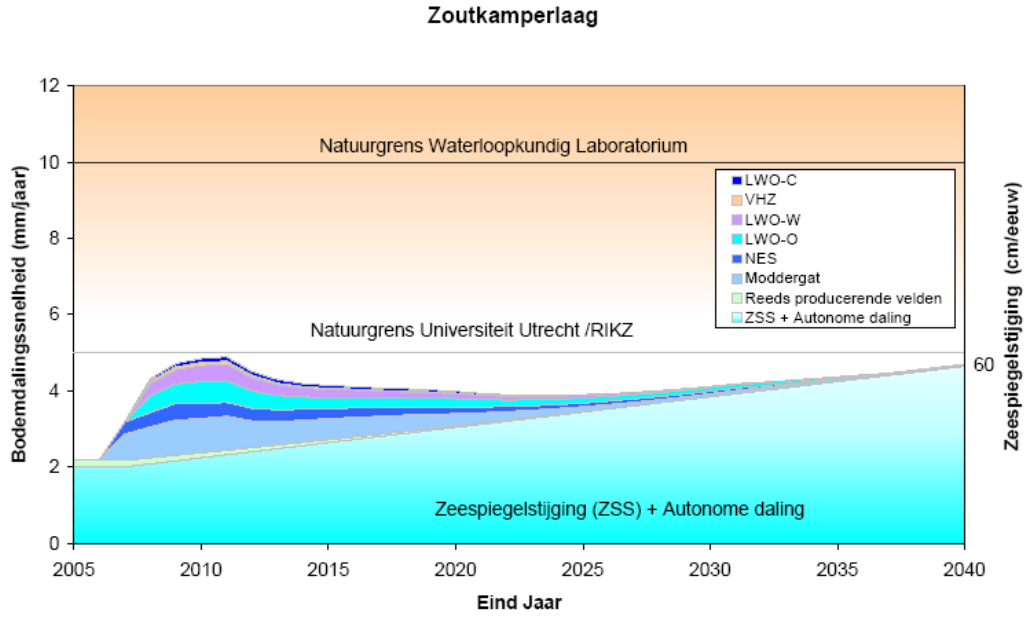
Nieuw Ameland model
Zoals reeds beschreven in paragraaf 3.1.5 is uit een nadere vergelijking van de prognose zoals gemaakt voor het Ameland winningsplan 2003 en de daarna uitgevoerde waterpassing gebleken dat op het oosten van het eiland Ameland de bodemdaling minder is dan voorspeld. Deze bevindingen leiden tot een verbetering van het model van de complexe geologie van de bodem onder Ameland. Volgens dit model is de toekomstige gemiddelde bodemdalingssnelheid aanmerkelijk lager dan de huidige voorspelling aangeeft.
Een voor het Ameland veld relevante vraag is de rol van het aangrenzende watervoerende pakket. Het daarin aanwezige water zou namelijk als reactie op de drukdaling in het producerende gasreservoir kunnen binnendringen. Dat gaat heel langzaam, omdat de poriën in het gesteente maar heel klein zijn en water een veel grotere dichtheid heeft dan gas. Dit leidt tot een model, dat ook voor Anjum en voor de nieuwe velden is gebruikt, waarbij de bodemdaling - uiterst langzaam weliswaar - nog heel lang doorgaat. De effecten van toepassing van dit model voor de Ameland gaswinning zijn meegenomen bij de 'alternatieve realisaties', met relatief weinig bodemdaling in de komende 10 jaar en een langdurige voortzetting van de bodemdaling op microschaal daarna. Dit verhoudt zich tot het huidige conservatieve model als opgenomen in het Ameland winningsplan 2003 met relatief veel bodemdaling in de eerste 10 jaar en geen nawerking door een actieve aquifer.

Voorgenomen activiteit (Bedrijfseconomisch voorkeursalternatief - BVKA)
Het uitgangspunt voor het productiescenario dat vanuit bedrijfseconomisch oogpunt gewenst is, is het produceren van gas uit de putten op de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen, zonder dat daarbij productierestricties worden toegepast. In dit bedrijfseconomische voorkeursalternatief (BVKA) wordt de technisch aanwezige capaciteit van de gasputten benut.

60 cm/eeuw zeespiegelstijging – ZSS scenario 60
Naar huidig inzicht gaat het meest waarschijnlijke ZSS scenario uit van 60 cm per eeuw (IPCC 2000). Het eerste moment dat satellietbeelden een versnelling van de stijging suggereren is 1994. Een meer pragmatische benadering – mede gezien de onzekerheden in de metingen en het feit dat de stijging voor onze kust nog niet aantoonbaar versneld is – is aan te nemen dat de versnelling van de zeespiegelstijging start over enkele jaren. In figuur 5.5 en 5.6 is het effect van de gaswinning volgens het BVKA scenario in combinatie met dit zeespiegelstijging scenario weergegeven. Voor de periode tot en met 2010 is een gemiddelde ZSS van 2 mm per jaar aangenomen (inclusief 0.2 mm/jaar autonome bodemdaling), identiek aan de gemiddelde ZSS over de afgelopen 100 jaar.



Figuur 5.5 Gemiddelde bodemdalingssnelheid in kombergingsgebied Pinkegat (zesjaarlijks gemiddelde in mm/jaar) bij het bedrijfseconomisch voorkeursalternatief en ZSS scenario van 60 cm/eeuw. Voor Ameland (onderdeel van producerende velden) is het huidige, conservatieve bodemdalingsmodel toegepast.



Figuur 5.6 Gemiddelde bodemdalingssnelheid in kombergingsgebied Zoutkamperlaag (zesjaarlijks gemiddelde in mm/jaar) bij het bedrijfseconomisch voorkeursalternatief en ZSS scenario van 60 cm/eeuw.

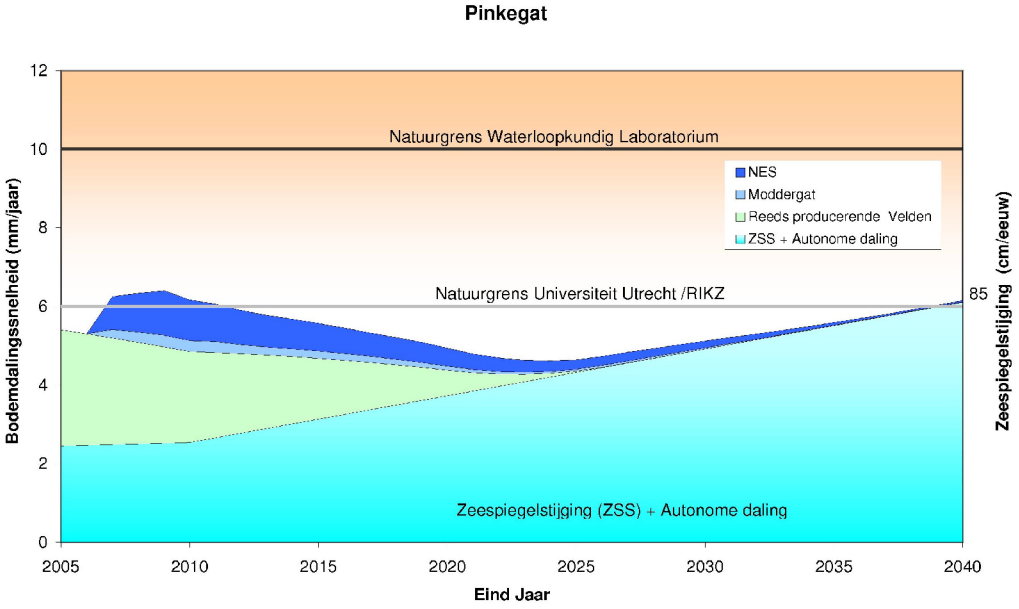
Uit de figuren 5.5 en 5.6 blijkt dat bij uitvoering van het productiescenario voor de gaswinning uit de nieuwe velden volgens het BVKA de bodemdalingssnelheid vooral in de eerste jaren van de productie sterk oploopt, maar nog steeds past binnen de gebruiksruimte voor gaswinning.

85 cm/eeuw zeespiegelstijging – ZSS scenario 85

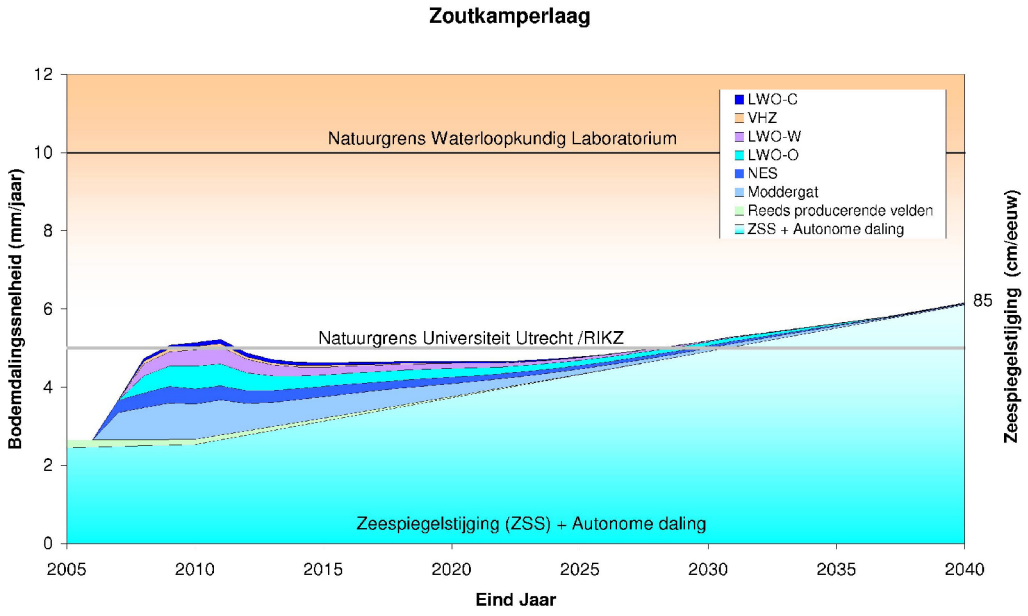
Een zeer conservatief scenario is een zeespiegelstijging van 85 cm per eeuw. Bij dit ZSS scenario is het de vraag wanneer de versnelling in ZSS zou moeten beginnen en hoe het verloop zou moeten zijn. In overleg met deskundigen van RWS is dit scenario als volgt uitgewerkt:

- Aannemen dat de versnelling van de zeespiegelstijging begonnen is omstreeks 1994 (de eerste indicatie uit satellietbeelden) met een versnelling tot 2011 zodanig dat de rijzing resulteert in 60 cm over 100 jaar;
- Aannemen dat vanaf start productie (2007) de zeespiegelstijging wederom zal versnellen, zodanig dat dit resulteert in 85 cm over 100 jaar.

Bij gaswinning op basis van het bedrijfsvoorkeursalternatief treedt er, bij toepassing van dit uiterst conservatieve zeespiegelstijgingsscenario van 85 cm/eeuw, voor beide kombergingen een geringe overschrijding van de meest conservatieve natuurgrens op. Dit is weergeven in onderstaande figuren 5.7 en 5.8.



Figuur 5.7 Gemiddelde bodemdalingssnelheid in kombergingsgebied Pinkegat (zesjaarlijks gemiddelde in mm/jaar) bij het bedrijfseconomisch voorkeursalternatief en meest conservatieve zeespiegelstijgingscenario. Voor Ameland (onderdeel van producerende velden) is het huidige, conservatieve bodemdalingsmodel toegepast.



Figuur 5.8 Gemiddelde bodemdalingssnelheid in kombergingsgebied Zoutkamperlaag (zesjaarlijks gemiddelde in mm/jaar) bij het bedrijfseconomisch voorkeursalternatief en meest conservatieve zeespiegelstijgingscenario.

Meest milieuvriendelijk alternatief (MMA)

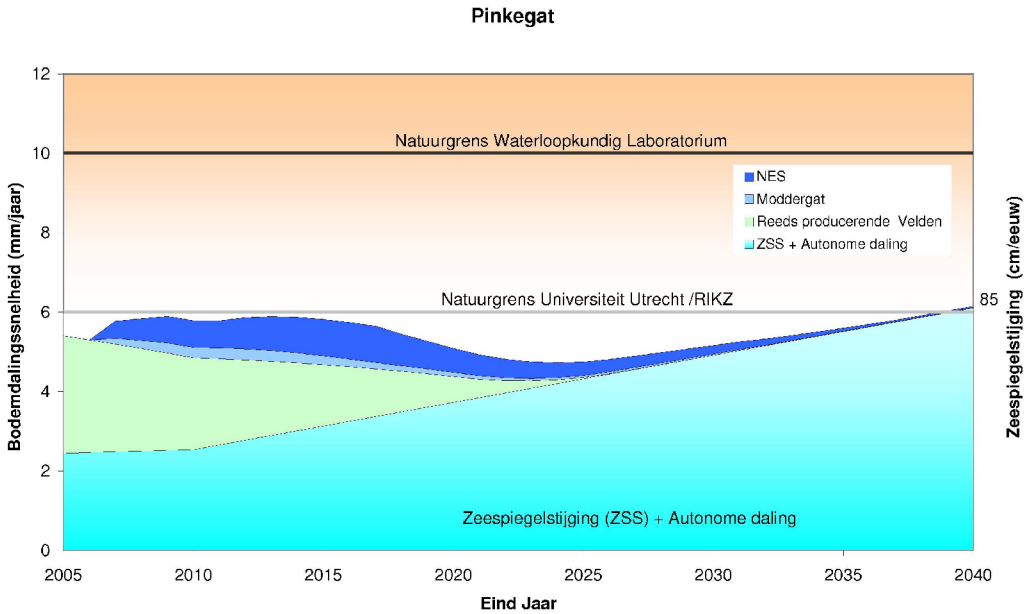
Naar aanleiding van de constatering dat bij gaswinning op basis van het bedrijfsvoorkeursalternatief en toepassing van het meest conservatieve zeespiegelstijging scenario, in combinatie met een conservatief Ameland bodemdalingsmodel, een geringe overschrijding van de meest veilige natuurgrens optreedt is een alternatief productiescenario uitgewerkt, waarbij de gemiddelde bodemdalingssnelheid binnen de gebruiksruimte blijft. Dit wordt bereikt door de volgende maatregelen:

- temperen van de productie uit het Nes veld vanaf de locatie Moddergat;
- het uitstellen van de boring van een extra put in het Moddergat veld met circa 2 jaar;
- het uitstellen van het in bedrijf nemen van één van de Lauwersoog velden (LWO-C) van 2008 naar 2017.

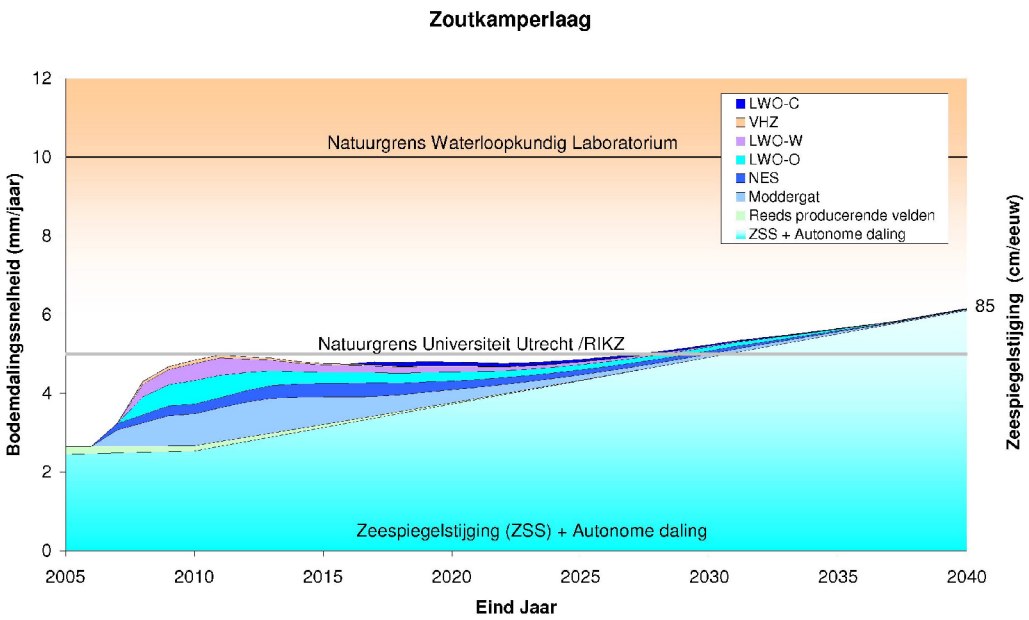
Hierdoor wordt de productie van de Moddergat locatie in de eerste vier jaar met ca. 1,6 mrd m³ gereduceerd (ca. 35%). Deze productie zal in de latere jaren worden gecompenseerd. Gezien de ligging van de velden Moddergat en Nes heeft deze productietempering een gunstig effect op de gemiddelde bodemdalingssnelheid in beide kombergingsgebieden.

Andere alternatieven zoals uitstel van de Moddergat en/of Lauwersoog ontwikkeling zijn ook overwogen, maar door de toenemende zeespiegelstijging resteert er dan mogelijk onvoldoende gebruiksruimte in latere jaren, met name in Zoutkamperlaag. Deze alternatieven zijn hierdoor afgevallen.

De figuren 5.9 en 5.10 geven de gemiddelde bodemdalingssnelheid (zesjaarlijks gemiddelde) in respectievelijk de kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag aan ten gevolge van de getemperde gasproductie van de nieuwe velden in combinatie met die van de reeds producerende velden Ameland en Anjum.



Figuur 5.9 Gemiddelde bodemdalingssnelheid in kombergingsgebied Pinkegat (zesjaarlijks gemiddelde in mm/jaar) bij het MMA scenario. Voor Ameland (onderdeel van producerende velden) is het conservatieve bodemdalingsmodel toegepast. Het meest conservatieve zeespiegelstijging-scenario is hier aangenomen.



Figuur 5.10 Gemiddelde bodemdalingssnelheid in kombergingsgebied Zoutkamperlaag (zesjaarlijks gemiddelde in mm/jaar) bij het MMA scenario. Het meest conservatieve zeespiegelstijgingscenario is hier aangenomen.

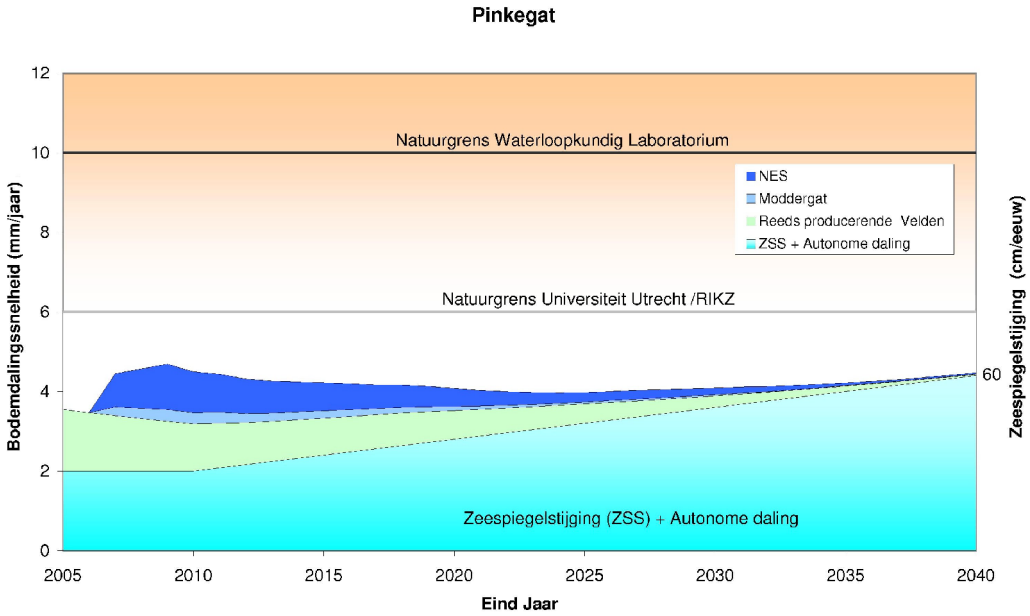
Dit alternatieve productiescenario, met een getemperde productie van de gaswinning vanaf de Moddergat locatie en uitstel van een aantal activiteiten, is gemotiveerd vanuit milieuoverwegingen en kan beschouwd worden als het meest milieuvriendelijke alternatief (MMA) dat in een MER beschreven moet worden. Dit MMA-productiescenario geeft invulling aan het voorzorgsbeginsel en is opgenomen in het Winningsplan voor Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen.

Uiteraard zal in dit conservatieve ZSS scenario de zeespiegelstijging op een zeker moment de (veilige) natuurgrens overschrijden. De bodemdaling als gevolg van gaswinning zal dit moment dan enigszins versnellen. Er blijft altijd de mogelijkheid in te grijpen door de winning met de hand aan de kraan verder te temperen of in het uiterste geval te stoppen.

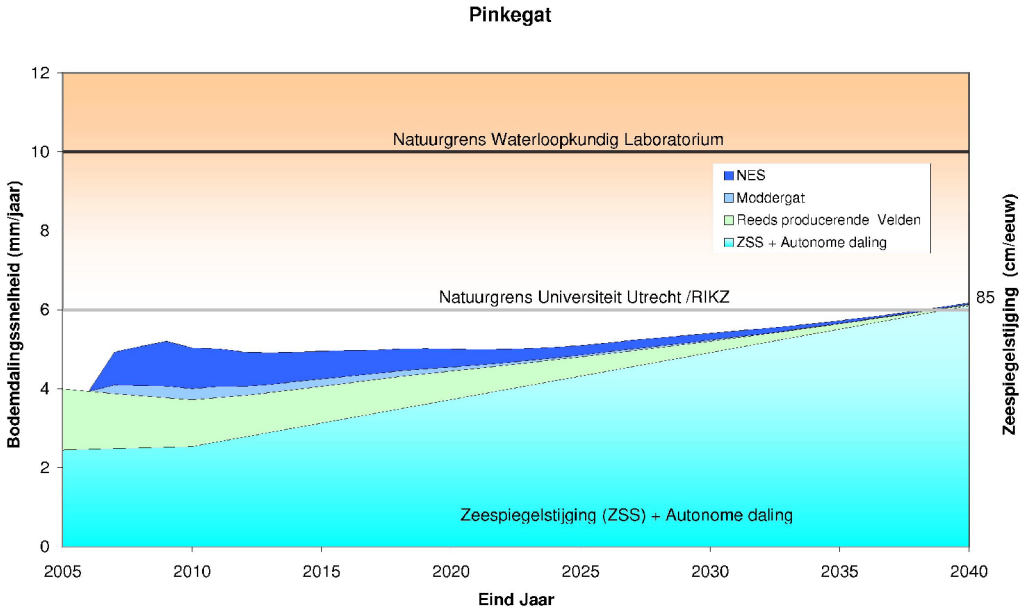
Alternatieve realisaties
Het door NAM gekozen productiescenario is gebaseerd op het niet overschrijden van de gebruiksruimte, gebaseerd op conservatieve aannames in:
- zeespiegelstijging;
- parameterkeuze in de bodemdalingsprognose;
- natuurgrens voor de komberging.

Er is nog een aantal alternatieve realisaties mogelijk die een aanmerkelijk grotere gebruiksruimte, nl:

1. *toepassen van een minder conservatief Ameland bodemdalingsmodel:*
   Het nieuwe bodemdalingsmodel voor Amelan, gekalibreerd aan de laatste metingen, resulteert in een aanzienlijk lagere bodemdalingssnelheid in het kombergingsgebied Pinkegat en suggereert een aanzienlijk grotere gebruiksruimte voor gaswinning uit de nieuwe gasvelden. Dit alternatieve Ameland model is vanwege het nog beperkte aantal beschikbare bodemdalingsmetingen in de Waddenzee nog niet volledig gevalideerd. Vooralsnog wordt voor het Ameland model uitgegaan van de meest conservatieve aannames. Indien door de geplande metingen in de Waddenzee en op Ameland in de komende jaren kan worden aangetoond dat de resulterende gemiddelde bodemdalingssnelheid in het Pinkegat lager is dan nu aangenomen, wordt de gebruiksruimte voor de nieuwe velden groter.



Figuur 5.11 Gemiddelde bodemdalingssnelheid in kombergingsgebied Pinkegat (zesjaarlijks gemiddelde in mm/jaar) bij het BVKA scenario, het 60 cm/eeuw zeespiegelstijging scenario en het nieuwe Ameland model.



Figuur 5.12 Gemiddelde bodemdalingssnelheid in kombergingsgebied Pinkegat (zesjaarlijks gemiddelde in mm/jaar) bij het BVKA scenario, het 85 cm/eeuw (meest conservatieve) zeespiegelstijging scenario en het nieuwe Ameland model.

Uit de figuren 5.11 en 5.12 blijkt dat er in het geval het nieuwe Ameland model door metingen gestaafd wordt voldoende gebruiksruimte is voor het bedrijfseconomisch voorkeursalternatief van de NAM, zelfs in combinatie met het meest conservatieve zeespiegelstijgingsscenario. In dit geval zou het niet noodzakelijk zijn de productie te temperen. Verder ontstaat er in dat geval ook ruimte voor aanvullende activiteiten en extra gaswinning. Om te kunnen bepalen of het nieuwe Ameland model toegepast kan worden is een uitbreiding van het waterpas meetnet in de Waddenzee voorzien (zie Meetplan, paragraaf 5.3). Toekomstige bodemdalingsmetingen in de Waddenzee zullen moeten aantonen of het nieuwe bodemdalingsmodel inderdaad een betere modellering en dus betere prognose oplevert van de bodemdaling door gasproductie uit het Ameland veld.

Vooralsnog wordt het 'oude' conservatieve Ameland bodemdalingsmodel gehanteerd voor het bepalen van de resterende gebruiksruimte. Dit model laat de geringste gebruiksruimte over voor gaswinning.

2. *aannames in drukdaling in reservoir en aquifer:*
   Hoewel er aanwijzingen zijn dat er zich residueel gas bevindt in de aquifers van de velden beschreven in dit MER aanwezig is, is er bij het opstellen van de bodemdalingsprognose vanuit gegaan dat dit niet het geval is. Dit resulteert in een mogelijke overschatting van de bodemdalingssnelheid.

3. *grotere of kleinere hoeveelheden gas in de nieuwe velden:*
   Alle gemaakte modellen van de nieuwe velden geven aan dat wanneer de gasreserves van één of meerdere van de beschreven velden groter zou blijken te zijn dan in dit MER is aangenomen, het gehanteerde bodemdalingsmodel, bij een gelijkblijvend productieprofiel, een te hoge bodemdalingssnelheid voorspelt. Wel kan de totale bodemdaling ten tijde van abandonnering dan groter uitvallen dan hier is aangegeven en zal er op termijn voldoende gebruiksruimte moeten zijn om het werkelijk produceren van de hogere volumes mogelijk te maken. Hiertoe zal dan tevens een aangepast Winningsplan ingediend moeten worden. Er zijn aanwijzingen dat dit op het Nes veld van toepassing kan zijn.

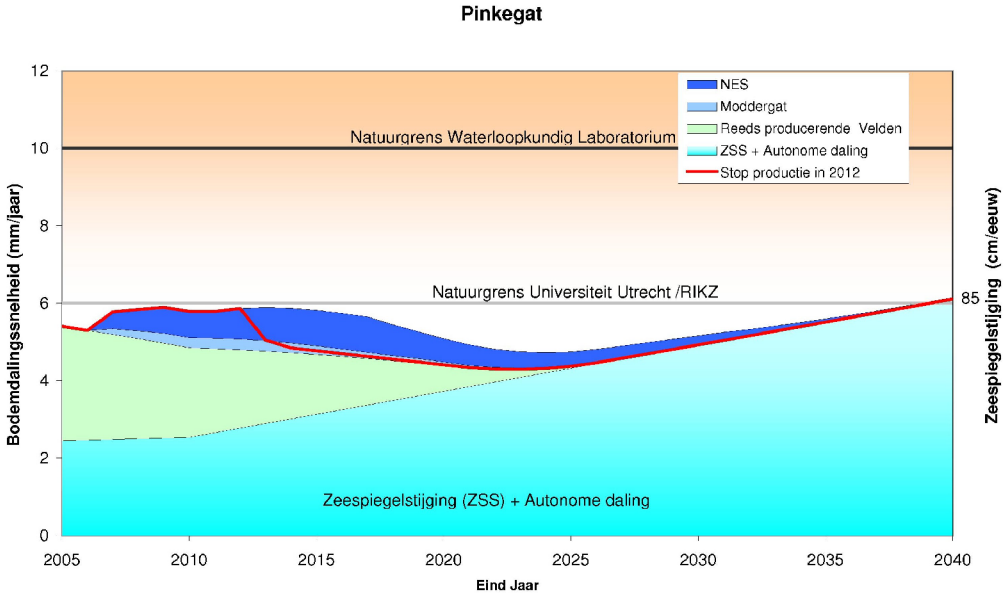
   Wanneer de gasreserves van één of meerdere van de in dit MER beschreven velden kleiner zouden blijken te zijn dan is aangenomen, zal de totale bodemdaling ten tijde van abandonnering kleiner uitvallen dan nu aangegeven. Als gevolg van de lagere reserves zal het voorgenomen productieprofiel alleen initieel haalbaar zijn door snellere reservoir druk afname. Dit zal leiden tot een aanpassing van het productieprofiel in lijn met de meet- en regelcyclus in het Winningsplan.

4. *toepassen van natuurgrens van Waterloopkundig Labaratorium komberging Pinkegat en Zoutkamperlaag 10 mm/jaar in plaats van conservatieve RUU/RIKZ grenzen:*
   Bij de bepaling van de gebruiksruimte is uitgegaan van de conservatieve natuurgrenzen voor het Pinkegat (6 mm/jaar) en Zoutkamperlaag (5 mm/jaar) zoals bepaald door RUU/RIKZ. Indien wordt uitgegaan van de ruimere natuurgrenzen zoals vastgesteld door het WL is er meer dan voldoende gebruiksruimte voor het bedrijfseconomisch voorkeursalternatief van de NAM en is het niet noodzakelijk de productie te temperen.

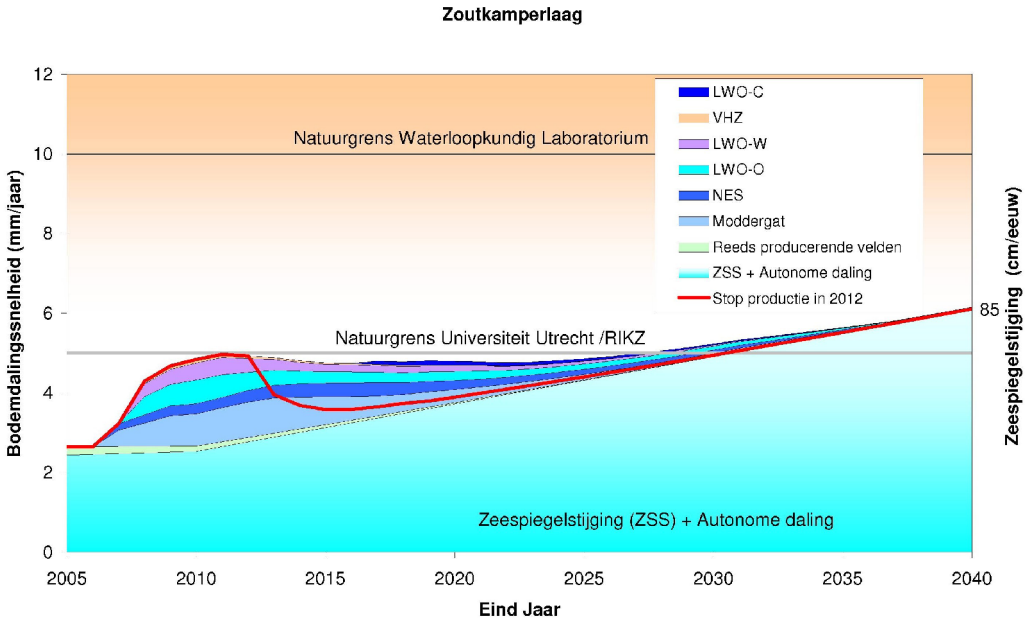
Kalibratie model en effecten ingrijpen

Het meetprotocol zoals beschreven in paragraaf 5.4 geeft voldoende informatie om tijdig in te grijpen in geval van afwijkingen tussen de voorspelde en actuele bodemdalingssnelheid. GPS (Global Positioning System) metingen fungeren hierbij als indicator, waarbij indien noodzakelijk additionele vlakdekkende (meer nauwkeurige) waterpasmetingen uitgevoerd zullen worden om de modellen te kalibreren. Indien mocht blijken dat de gemiddelde bodemdalingssnelheid hoger is dan nu voorspeld en de gebruiksruimte dreigt overschreden te worden, zal worden ingegrepen door bijstelling van de jaarlijkse productie. Het effect van de meest ingrijpende maatregel, het stoppen met produceren, is weergegeven in onderstaande figuren 5.13 en 5.14.





Figuur 5.13 Gemiddelde bodemdalingssnelheid in kombergingsgebied Pinkegat (zesjaarlijks gemiddelde in mm/jaar) bij het meest milieuvriendelijke alternatief (MMA) scenario – met effect van stoppen productie in 2012.



Figuur 5.14 Gemiddelde bodemdalingssnelheid in kombergingsgebied Zoutkamperlaag (zesjaarlijks gemiddelde in mm/jaar) bij het meest milieuvriendelijke alternatief (MMA) scenario – met effect van stoppen productie in 2012.

Voorkeursalternatief

In de voorgenomen activiteit (BVKA) is mede op grond van milieuoverwegingen een gefaseerde winning voorzien zoals is aangegeven in hoofdstuk 2. Met die fasering wordt echter, in geval van toepassing van het meest conservatieve zeespiegelstijgingsscenario en het conservatieve Ameland model, de meest veilige natuurgrens overschreden. Om te voorkomen dat middels 'hand aan de kraan' mogelijk te laat zou worden ingegrepen, kiest NAM ervoor het voorzorgsprincipe maximaal toe te passen en gaat daarom uit van het MMA-productiescenario. Daarmee is het principe van 'hand aan de kraan', waarmee feitelijk het productiescenario kan worden bijgesteld, in dit MER het equivalent van een alternatief scenario. Aangezien dit principe wordt gebruikt om de milieueffecten te reguleren – immers de mate van gasproductie is bepalend voor de bodemdaling en de

daarmee samenhangende vervolgeffecten - is dit daadwerkelijk te kwalificeren als meest milieuvriendelijk alternatief (MMA). De inzet is het voorkomen van (significante) effecten.

In de **paragrafen 5.3 tot en met 5.6** wordt het principe van 'hand aan de kraan' verder uitgewerkt. In de rest van het hoofdstuk is het MMA productiescenario als uitgangspunt genomen. Dit geldt uiteraard ook voor de effectbeschrijving in **hoofdstuk 6** en **hoofdstuk 7**, het Winningsplan en alle overige vergunningsaanvragen die tegelijkertijd met het MER ter inzage liggen.

Volumes

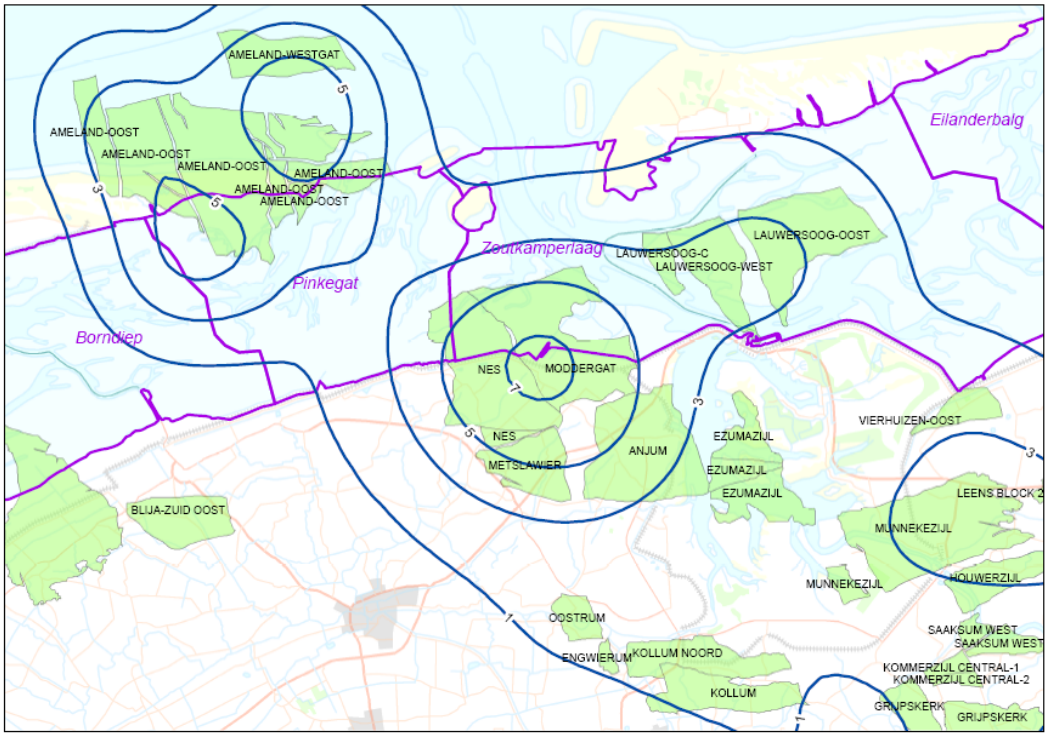
De waarden voor de gemiddelde volumetoename en de bodemdalingssnelheid over telkens een periode van 6 jaar voor respectievelijk de kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag worden weergegeven in **tabel 5.1**. Deze gegevens zijn gebaseerd op het voorkeursalternatief (MMA).

Tabel 5.1 Bodemdalingsvolume toename (106 m³/periode) en bodemdalingssnelheid (gemiddelde over periode in mm/jaar) per kombergingsgebied over sequentiële periodes van 6 jaar na start productie van locatie Moddergat.

	Pinkegat			Zoutkamperlaag		
Reeds ontwikkelde en nieuwe velden Periode	Volume toename Mln m3	Cumulatief volume (eind periode) Mln M3	Gem. Bodemdalings snelheid/jaar mm/jaar	Volume toename Mln m3	Cumulatief volume (eind periode) Mln M3	Gem. Bodemdalings snelheid/jaar mm/jaar
2007 - 2013	1.22	5.91	3.38	1.92	2.49	2.16
2013 - 2019	0.97	6.88	2.69	1.48	3.97	1.67
2019 - 2025	0.39	7.27	1.08	0.84	4.81	0.94
2025 - 2031	0.12	7.39	0.34	0.38	5.18	0.42
2031 - 2037	0.05	7.44	0.14	0.19	5.37	0.21
2037 - 2043	0.02	7.46	0.05	0.07	5.44	0.08
Nes, Modderg, Lauwersoog en Vierhuizen_O Periode	Volume toename Mln m3	Cumulatief volume (eind periode) Mln M3	Gem. Bodemdalings snelheid/jaar mm/jaar	Volume toename Mln m3	Cumulatief volume (eind periode) Mln M3	Gem. Bodemdalings snelheid/jaar mm/jaar
2007 - 2013	0.33	0.33	0.93	1.79	1.79	2.02
2013 - 2019	0.41	0.74	1.14	1.42	3.21	1.59
2019 - 2025	0.22	0.97	0.62	0.81	4.02	0.91
2025 - 2031	0.12	1.09	0.33	0.37	4.39	0.42
2031 - 2037	0.05	1.14	0.14	0.19	4.58	0.21
2037 - 2043	0.02	1.15	0.05	0.05	4.63	0.06

Kwelders

Figuur 5.15 geeft de contouren weer van de bodemdalingssnelheid (mm/jaar) door gaswinning uit de in dit MER beschreven velden in combinatie met bodemdaling door reeds producerende naburige velden voor de periode van 2007-2012 (periode van de grootste daling). Duidelijk is dat de bodemdalingssnelheid ter hoogte van de kwelder bij Peasens (net boven locatie Moddergat) de hiervoor te hanteren natuurgrens 10.6 mm/jaar niet zal overschrijden (**ref. paragraaf 3.5**).

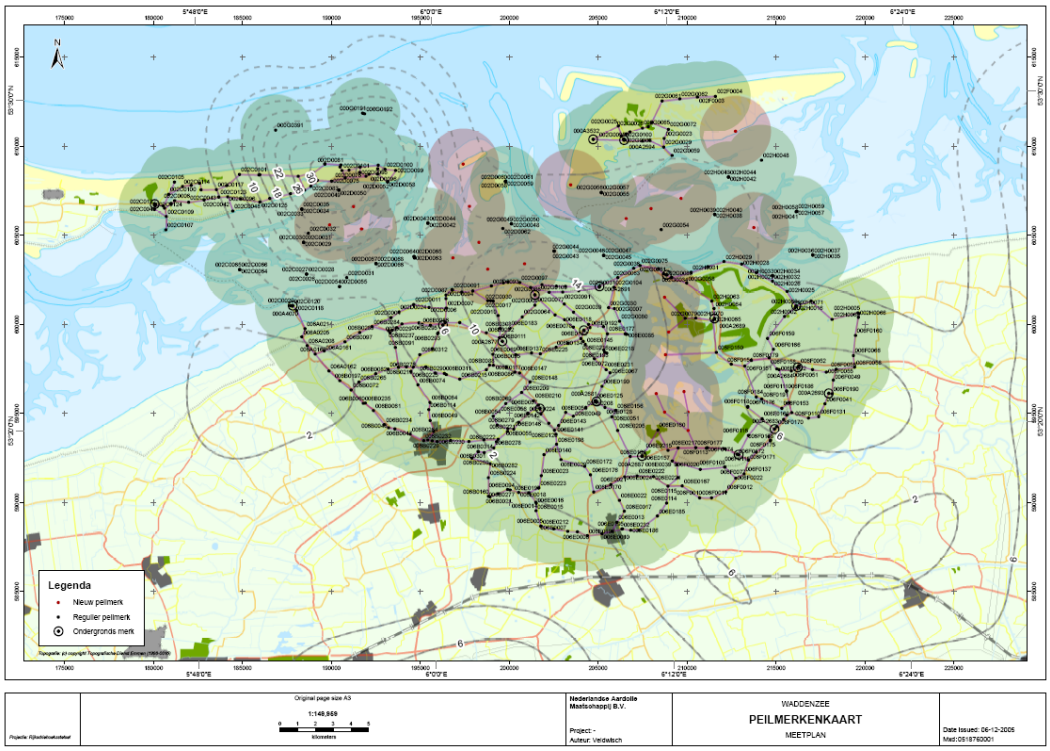


Figuur 5.15 Bodemdalingssnelheid in mm/jaar tussen 2007 en 2013 veroorzaakt door bodemdaling door gaswinning van de nieuwe velden in combinatie met naburige velden.

5.3 Meetplan

Voor de voorgenomen winningen dient NAM een winningsplan en een meetplan in bij de minister van Economische Zaken. Het meetplan is toegespitst op de abiotische aspecten bodemdaling en bodemtrillingen. De belangrijkste onderdelen van het meetplan worden hieronder toegelicht. Uitgebreidere en meer gedetailleerde informatie is te vinden in het meetplan zelf.

Bodemdaling
Om de door gaswinning veroorzaakte bodemdaling te kunnen bepalen, worden de hoogteverschillen gemeten tussen de meetpunten van het NAP-netwerk die in het gebied aanwezig zijn. In gebieden waar de puntdichtheid van het historische NAP-netwerk onvoldoende is, worden extra meetpunten bijgeplaatst. Dit laatste is met name het geval op het Wad en in het Lauwersmeergebied. Figuur 5.16 geeft een overzicht van het meetnetwerk.



Figuur 5.16 Overzicht van het meetnetwerk voor Waddenzee en Lauwersmeergebied binnen het meetplan.

Gezien de huidige stand van meettechnieken is de optische waterpassing de aangewezen methode om hoogteverschillen vast te stellen, zowel op land als op het wad. Dit is een betrouwbare en nauwkeurige techniek die in het verleden veelvuldig is toegepast. De metingen worden uitgevoerd conform de door RWS afdeling AGI gepubliceerde “Specificaties van de doorgaande waterpassing instandhouding NAP-net”.

De metingen zijn te verdelen in 3 categorieën:
1. Kalibratiemetingen van bestaande winningen;
2. Nul- of referentiemetingen;
3. Monitoringmetingen van bestaande en nieuwe winningen.

De keuze van meetfrequentie is sterk afhankelijk van de verwachte snelheid van daling in combinatie met de precisie/nauwkeurigheid van de meettechnieken

In aanvulling op deze waterpasmethode wordt momenteel onderzocht in hoeverre GPS (Global Positioning System) ingezet kan worden om te controleren of de bodemdaling (snelheid) volgens prognose verloopt. Overwogen wordt twee permanente GPS-monitorstations te installeren in Moddergat en Ameland. Omdat de dalingstrend met een zeer hoge nauwkeurigheid gevolgd moet kunnen worden, worden voorafgaand aan de

productie, testen met continue GPS monitoring uitgevoerd. Mocht hieruit blijken dat de gewenste nauwkeurigheid niet middels permanente GPS-monitoring te realiseren is, dan wordt de frequentie van de waterpasmetingen verhoogd.

Periode*	Interval	Activiteit	Doelstelling
Oktober 2005	-	Controlemeting wadpunten t.b.v. Amelandwinning	Kalibreren prognosemodel Amelandwinning
Najaar 2005	Test	GPS-meting Anjum locatie	Evalueren nauwkeurigheid GPS-techniek
1e kwartaal 2006	-	Waterpasmeting op Ameland	Kalibreren prognosemodel Amelandwinning
1e kwartaal 2006	-	Waterpassing Anjum	Kalibreren prognosemodel Anjumwinning
Voorjaar 2006	-	Plaatsen nieuwe peilmerken Waddenzee	Verdichten meetnetwerk conform meetplan
Herfst 2006	-	Plaatsen nieuwe peilmerken Lauwersmeer	Verdichten meetnetwerk conform meetplan (buiten gevoelige periode)
Herfst 2006	Continu	GPS-meting monitorstations Moddergat & Ameland**	Signaleringsfunctie, prognosevalidatie. Resultaten kunnen aanleiding geven om extra metingen uit te voeren ter validatie van de prognose. (evaluatie meettechniek na 5 jaar)
Zomer 2006		Nulmeting Waddenzee	Referentiemeting
2e helft 2006	-	Nulmeting vasteland, eilanden en Lauwersmeergebied	Referentiemeting
2007/8	-	Waterpasmeting op Ameland en rond nieuwe winningen op vasteland.	Controle/kalibreren prognosemodellen
2009	3 jaar	Metingen op vasteland, Ameland, Schiermonnikoog, Wadden en Noordzeeplatforms ***	Kalibreren prognosemodellen

*) Het genoemde jaartal is gerelateerd aan voorgenomen start van de productie Moddergat, en opvolgende winningen.
**) Mocht GPS onvoldoende nauwkeurig zijn dan zullen additionele waterpassingen worden uitgevoerd.
***) Volledige herhaling nulmeting

De wadpunten controle meting van oktober 2005 is inmiddels voltooid, en ook de GPS test op Anjum is inmiddels beëindigd. De eerste resultaten van de continue GPS monitoring zijn bemoedigend, een gedetailleerde analyse van de volledige GPS meetcampagne wordt begin 2006 uitgewerkt.

Het hand aan de kraan-principe vereist een adequate respons op eventueel geconstateerde afwijkingen tussen meting en prognose. Daarom wordt de bodemdaling met behulp van GPS-trendmonitoring en/of hoogfrequente waterpassingen vooral nauwkeurig gevolgd in de komcentra, waar de grootste daling te verwachten is.

Het grootste deel van de bodemdalingskom ligt op land. Omdat het verstorende effect van waterpasmetingen op land zeer gering is en de metingen tot 20 keer sneller uitgevoerd kunnen worden dan op het wad, komt bij geconstateerde trendafwijkingen de nadruk aanvankelijk te liggen op het volgen van het bodemdalingsgedrag over een aantal kritische landtracés. De meetsnelheid bedraagt daar gemiddeld 4 km/dag per meetploeg, waardoor snel aanvullende metingen kunnen worden uitgevoerd. Afhankelijk van de resultaten van deze metingen kan een verdere verdichting van het landnetwerk en metingen op het wad noodzakelijk blijken.

De herhalingsfrequentie van de reguliere monitoringsmetingen, die het gehele meetnetwerk bestrijken, is overigens aanzienlijk hoger dan bij gaswinningen elders in Nederland gebruikelijk is.

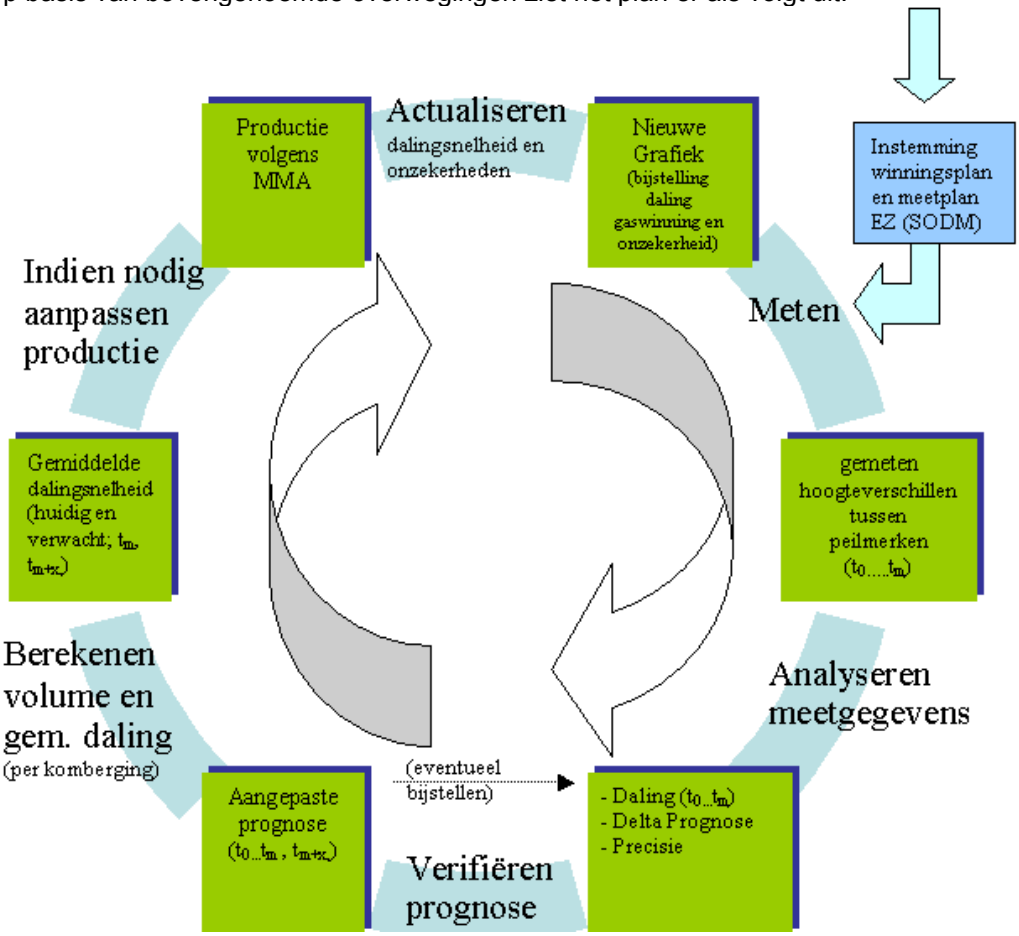
Lichte aardbevingen
Het gebied van de in dit meetplan beschreven velden wordt continu bewaakt door een meetnet van seismometers en versnellingsmeters, zoals beschreven door het KNMI [ref. 5.3]. De gevoeligheid van dit meetnet is dusdanig dat eventueel door mensen waarneembare lichte aardbevingen in het gebied (zwaarder dan magnitude 1,8 op de Richterschaal) kunnen worden gelokaliseerd.

5.4 Meet- en Regelcyclus

Op basis van de hiervoor beschreven metingen is een beheersproces ingericht dat voorziet in het actualiseren van de prognose van de gemiddelde bodemdalingssnelheid. In onderstaand figuur 5.17 is dit proces schematisch weergegeven

Voorafgaand aan de gaswinning is een referentiemeting (nul-meting) noodzakelijk. Alle in figuur 5.16 aangegeven punten worden in deze campagne aangemeten. Tijdens de productie van bestaande en nieuwe winningen worden op gezette tijden nieuwe metingen uitgevoerd. Deze gegevens worden gebruikt om dalingssnelheden te bepalen en zijn tevens van belang om de prognosemodellen te kalibreren.

Op basis van bovengenoemde overwegingen ziet het plan er als volgt uit:



Figuur 5.17 Meet- en regelprotocol.

Meten
Om te kunnen bepalen of de bodemdaling in lijn met de prognose verwachting verloopt zijn nauwkeurige hoogteverschilmetingen nodig. De detaillering van de meetinspanningen (wat, waar en wanneer is uitgewerkt in sectie 5.4).

Analyseren meetgegevens
Alle beschikbare hoogteverschilmetingen van laatste en voorgaande metingen zullen middels integrale (4D) vereffening in ruimte en tijd worden getoetst op meetfouten en afwijkend gedrag. Deze analysemethodiek wordt sinds 1998 toegepast, en is verder verbeterd in 2000 en 2004. Deze analyse methode voor het bepalen van bodemdaling door gaswinning heeft als belangrijkste kenmerk dat autonome peilmerkdaling kan worden gescheiden van bodemdaling door gaswinning. Tevens kan met deze methodiek op basis van metingen, peilmerk gedrag en onzekerheden in de prognoses op statistische wijze de nauwkeurigheid van de berekende bodemdaling door gaswinning worden bepaald. Daarnaast zal middels de conventionele NAP methode op een volledig onafhankelijke manier de bepaalde bodemdaling op “gross-errors” worden gecontroleerd.

Verifiëren (en bijstellen) prognose
De prognose wordt geverifieerd met behulp van inversie van de resultaten van berekende bodemdaling. Kennis van de ondergrond wordt ingezet om afwijkingen tussen de bodemdalinganalyse en prognosemodellen te verklaren en waar nodig het prognose model bij te stellen. Bij aanpassingen van de prognose zal ter controle het nieuwe prognose model nogmaals als invoer worden gebruikt in de hiervoor beschreven analyse methode. Verschillen tussen prognosemodel en berekende bodemdaling geven daarbij aan hoe goed meting en prognose op elkaar aansluiten.

Berekenen van de gemiddelde dalingssnelheid
Als onderdeel van de (bijgestelde) prognose wordt de reeds opgetreden en bij voortzetting van het geldende productieprofiel in de toekomst te verwachten toename van het dalingsvolume (m^3/jr) in het betreffende komberging gebied (opnieuw) bepaald. Door de volumetoename te delen door het kombergingsoppervlak wordt een gemiddelde bodemdalingssnelheid (mm/jr) per kombergingsgebied berekend.

Aanpassen van productie
Mocht uit de (bijgestelde) prognose blijken dat bij voortzetting van de productie volgens het geldende productieprofiel de gemiddelde dalingssnelheid de natuurgrens op enig moment dreigt te overschrijden, dan zal de productie worden aangepast volgens een gewijzigd profiel (jaarlijks bij te stellen) waardoor deze overschrijding wordt voorkomen. In figuur 5.12 en 5.13 is de reactiesnelheid berekend voor een fictieve situatie. Het blijkt dat de bodemdaling vrij abrupt afneemt indien de productie wordt gestopt.

Aanpassen voorspelde bodemdalingsgrafiek
Op basis van de verkregen inzichten zullen de betreffende gemiddelde bodemdalingsgrafieken voor Pinkegat en Zoutkamperlaag worden bijgesteld. Zowel de actuele door gaswinning veroorzaakte belasting op het kombergingsgebied, als ook de op basis van nieuwe inzichten (metingen) voorspelde belasting zal hiermee worden geactualiseerd. Hetzelfde geldt voor de geactualiseerde onzekerheid die in tijd zal afnemen, door het beschikbaar komen van steeds meer meetreeksen. Het bevoegd gezag zal hierover worden geïnformeerd en op basis van voortschrijdend inzicht zal het Meetplan Waddenzeegebied geactualiseerd worden. Hiermee is het proces van de meet- en regelcyclus rond.

Frequentie en aanvullende kwaliteitsborging
Alvorens de nieuwe winningen aanvangen zal uiterlijk 4e kwartaal 2006 de volledige cyclus worden doorlopen. De in 2006 ingewonnen additionele meetgegevens van de producerende velden Ameland en Anjum zullen hierin integraal worden meegenomen.

In aanvulling op de cycli op basis van het Meetplan Waddenzeegebied zal initiatiefnemer (NAM) de voorspelde dalingssnelheid op continue basis monitoren bij Moddergat en op de AME-1 locatie (waar de verwachte dalingsnelheid het grootst is). Op deze plaatsen zal maandelijks de lokale dalingssnelheid worden vergeleken met de prognose. Als blijkt dat

deze gemeten dalingsnelheid buiten de onzekerheidsmarge van de bodemdaling-prognose valt, zullen tussentijds extra vlakdekkende metingen en analyses worden uitgevoerd.

De onzekerheid in de berekening/prognose van de gemiddelde bodemdalingssnelheid is direct afhankelijk van de analyseprecisie van de hoogteverschilmetingen, die als input voor het kalibratieproces (inversie) dienen. Door de analyse precisie (2 sigma – 95%) bij de berekende bodemdaling op te tellen kan een alternatieve “worst-case” bodemdaling worden berekend. Door deze “worst-case” bodemdaling te inverteren kan een “worst-case” prognosemodel worden bepaald. Het verschil tussen “worst-case”en “meest waarschijnlijke” prognose is te herleiden tot de onzekerheid in gemiddelde bodemdalingssnelheid per kombergingsgebied. Doordat er tijdens de winning steeds meer meetgegevens beschikbaar komen zal deze onzekerheidsmarge in tijd afnemen.

5.5 Monitoren – Monitoringsplan

Bij de aanvragen van de benodigde Natuurbeschermingswetvergunningen moet een monitoringsplan worden ingediend. Bij de verlening van de vergunningen zal het bevoegd gezag vervolgens monitoringvoorschriften opleggen. Deze monitoringvoorschriften zullen betrekking hebben op die parameters van de Waddenzee en Lauwersmeer die van belang zijn in het kader van de voorlopige instandhoudingsdoelstellingen. De te monitoren parameters zullen dan ook bestaan uit de soorten en/of habitats die een rol hebben gespeeld bij de aanmelding van de gebieden als Vogel- en/of Habitatrichtlijngebied. Wanneer op basis van de monitoringresultaten kan worden vastgesteld dat er door bodemdaling als gevolg van gaswinning veranderingen plaatsvinden in de trendmatige ontwikkeling van soorten of habitats, kan LNV door intrekken van de Natuurbeschermingswetvergunning of wijziging van de voorschriften, aantasting van de te beschermen waarden voorkomen.

5.5.1 Algemene uitgangspunten voor de monitoring

Aanknopingspunten in recente rapportages en consultaties
In de **hoofdstukken 1, 3 en 4** is al uitgebreid ingegaan op de voorgeschiedenis van de voorgenomen activiteit, de relevante kenmerken van de twee gebieden waarin de bodemdaling gaat optreden en de kennis die anno 2005 beschikbaar is over de effecten van bodemdaling. Aan monitoring van effecten is evenwel nog niet apart aandacht besteed, terwijl recente studies en rapporten daarvoor wel aanknopingspunten bieden, vooral voor wat betreft de invulling van een monitoringsplan voor de Waddenzee.

RIKZ-rapport
In het RIKZ-rapport (**zie hoofdstuk 3**) is aangegeven dat het mogelijk is tijdig in te grijpen – waarbij de naijleffecten gering zullen zijn – indien de combinatie van bodemdaling en zeespiegelstijging groter zou worden dan de vooraf bepaalde natuurgrens. Voorwaarde daarvoor is een monitoringsprogramma waarin onder meer de snelheid van bodemdaling en zeespiegelstijging nauwkeurig worden gevolgd. Meer specifiek worden in het RIKZ-rapport de volgende aanbevelingen voor de monitoring gegeven [**ref. 5.4**]:

- De hoogteligging van wad en kwelder en ontwikkelingen in de zeewaterstanden zijn de belangrijkste zaken die moeten worden meegenomen;
- Kweldervegetaties en afslagranden zijn van belang bij grote bodemdalingen;
- De monitoring bij Ameland kan als model dienen;
- Er kan/moet gebruik worden gemaakt van bestaande waarnemingsseries;
- Ontwikkelingen het beste kunnen worden gemonitord door:
    - te zoeken naar trendbreuken;
    - te vergelijken met referentiegebieden.

Verder moet overwogen worden de onderdelen in **tabel 5.2** in de monitoring mee te nemen

Tabel 5.2: Overzicht aandachtspunten monitoring [ref. 5.4, p29]:

Overal	Wadbodem	Duinen, duinvalleien	Kwelders
Prognoses samengevat in prognoserapport Daling in de diepe ondergrond Dalingscontouren aan het oppervlak De morfologie van het totale gebied Specifieke morfologische verschijnselen (o.a. afslagranden) Weersomstandigheden, neerslaghoeveelheden Waterstanden, getijhoogtes Regelmatige inspectie Centraal datamanagement	Hoogteligging van het sediment Erosie/sedimentatie Vogels: hoogwatertellingen Vogels: waarnemingen in de foerageergebieden binnen de bodemdalingkom	Grondwaterstand grondwaterkwaliteit Opslibbing/erosie Vegetatie van droge duinen Vegetatie van zoete duinvalleien Vegetatie van regelmatig door zeewater overspoelde duinvalleien Overspoelingsduur en –frequentie van zilte duinvalleien	Grondwaterstand Erosie/ sedimentatie Kwelder-vegetatie: gebiedsdekkende kaarten Kweldervegetatie: permanente kwadraten Broedsucces van vogels Beweiding-intensiteit Jaarlijkse fotopanorama's vanaf vaste locaties

Adviesgroep Waddenzeebeleid
In haar eindrapport Ruimte voor de Wadden stelt de Adviesgroep Waddenzeebeleid (zie hoofdstuk 1) vast dat er geen ecologische gronden zijn om af te zien van gaswinning, mits de gaswinning aan strikte natuurgrenzen wordt gebonden én er bij de uitvoering in de praktijk vervolgens meting en monitoring plaatsvindt. De Adviesgroep Waddenzeebeleid geeft aan dat de volgende onderdelen deel moeten uitmaken van de monitoring [ref. 5.1, p58]:

- "Voorspelling en meting van de sedimentatie ter plaatse. Op grond van morfologische modellen is aan te geven hoe groot en hoog de natuurlijke sedimentatie in de diverse delen van de Waddenzee is. Om extra zekerheid te verkrijgen wordt de daadwerkelijke sedimentatie gemeten […];
- Meting van de biotische respons (bodemleven en vogels). De keuze van de maximaal toelaatbare bodemdalingssnelheid is zo dat geen biotische effecten mogen worden verwacht. Dit kan via daadwerkelijke meting van de biotische ontwikkelingen worden geverifieerd. De gegevens die zo worden verzameld zijn daarnaast zinvol voor verdere ontwikkeling van ecologische modellen."

Verder beveelt de Adviesgroep Waddenzeebeleid aan de monitoringsresultaten te laten toetsen door een onafhankelijke monitoringcommissie.

Resultaten monitoring Ameland
De effecten van bodemdaling door gaswinning op Ameland worden inmiddels al bijna 20 jaar gemonitord door de Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland. Medio 2005 heeft deze commissie het rapport "Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland Oost" uitgebracht [ref. 5.5]. In dit rapport wordt ten aanzien van monitoring in de Waddenzee onder meer het volgende opgemerkt:

"In de Waddenzee maakt de sterke dynamiek van het systeem het onmogelijk om, ook in de toekomst relatief kleine veranderingen door bodemdaling te herkennen. Veranderingen zijn niet aantoonbaar omdat ze binnen de onnauwkeurigheid van de peilingen liggen." [ref. 5.5].

Organisatorische aspecten
In 1983 is de gaswinlocatie op Ameland aangelegd en is een aanvang gemaakt met de boringen. In navolging van de prognoses die gemaakt waren voor de bodemdaling ten gevolge van gaswinning in Groningen, werd met gebruik van dezelfde modellen een prognose gemaakt voor de bodemdaling tengevolge van de gaswinning op Ameland. Naar aanleiding van de resultaten werd een aparte commissie ingesteld om de milieu-effect studie te begeleiden. Deze commissie stond onder voorzitterschap van Henk Kroes. De daadwerkelijke monitoring van de bodemdaling op Ameland is vervolgens tot stand gekomen op schriftelijk verzoek van It Fryske Gea en diende als verificatie van de voorspellingen. Om de onafhankelijkheid te waarborgen heeft NAM de betrokken Ministeries EZ, LNV en RWS verzocht een commissie te formeren. Hiervoor is door LNV met medewerking van RWS de huidige Begeleidingscommissie Monitoring Ameland ingesteld. De Commissie heeft een onafhankelijk voorzitter en bestaat uit vertegenwoordigers van de ministeries Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit; Rijkswaterstaat, de Gemeente Ameland en It Fryske Gea. De technisch secretaris werd geleverd door de NAM. Bijsturing vind plaats door middel van regulier jaarlijks overleg en zo vaak als tussentijds noodzakelijk. Iedere vijf jaar is er een openbare verslaglegging. Sinds 2000 is de structuur aangepast. De openbare verslaglegging wordt gevolgd door een audit in de vorm van een openbaar debat. De audit wordt uitgevoerd door de Rijksuniversiteit Groningen, door deskundigen die niet direct bij deze monitoring zijn betrokken. Sinds 2000 maken NAM en de Provincie Fryslan deel uit van de Commissie. In 2005 is afgesproken om de termijn van de openbare rapportage beter af te stemmen met de verschillende monitoringsonderdelen en in het vervolg om de 6 jaar te doen plaatsvinden.

Het monitoringsprogramma
Het monitoringsprogramma bestaat uit verschillende – vaak nauw samenhangende – onderdelen. De uitvoering vraagt een nauwe afstemming tussen alle betrokkenen. Dat zijn niet alleen de verschillende externe instituten, maar ook de meetploegen van NAM, medewerkers van It Fryske Gea en van Rijkswaterstaat. Het oorspronkelijke programma was gericht op de verificatie van verschillende voorspelde effecten. In de loop van de jaren was er echter sprake van continue bijstelling. Soms werd de frequentie van metingen verhoogd, van andere onderdelen verlaagd en soms werd nieuw onderzoek geïnitieerd. Soms is ook de conclusie getrokken dat er geen relatie viel aan te tonen met bodemdaling en is het onderzoek toch voortgezet vanwege het algemeen maatschappelijk belang.
Zo is de frequentie van de waterpassingen verlaagd van jaarlijks naar iedere 2 jaar vanwege redenen van statistische aard, en is de monitoring van de “droge” duinen verlaagd van eens per 3 jaar naar eens per 6 jaar omdat er geen relatie bleek te zijn met de gaswinning. De frequentie van kwelderopnamen is daarentegen verhoogd van iedere 2 jaar naar 2 maal per jaar waarbij dan voor en na de winter sedimentatie wordt gemeten en eenmaal per jaar vegetatie. Tot deze toename is besloten vanwege het achterlopen van de middenkwelder wat betreft opslibbing. De monitoring van de lage duinvalleien en de spijkermetingen zijn nieuw en geïnitieerd op basis van specifieke waarnemingen en aanbevelingen van de audit.

Het monitoringsprogramma heeft een sterk adaptief karakter, waarbij lessen en ervaringen gebruikt worden om het programma te verbeteren en te verfijnen, zonder de continuïteit te verliezen. Belangrijke aspecten daarbij zijn de structurele en hechte samenwerking van onderzoekers, het mandaat en de technische expertise van de commissie, de maatschappelijke inspraak door middel van de thans 6 jaarlijkse openbare verdediging en het aldus opgebouwde maatschappelijke vertrouwen.

	1987-2000	2000-2020	motivering
Waterpassing	1-jaarlijkse waterpassing	2-jaarlijkse waterpassing	Door afname bodemdalingsnelheid naar minder dan 1 cm per jaar voor meeste punten was jaarlijkse meting niet zinvol meer
		Waterpassing wadmeetpalen	Uitgevoerd in 2004 ten behoeve verbetering model
Morfologie	Jaarlijks verzamelen van kaarten en gegevens	Idem	
	Zesjaarlijks lodingen	Idem	Gebruik bestaande metingen van Rijkswaterstaat
		2-maandelijkse spijkermetingen	Metingen zijn gestart in 2000 en succesvol. Worden sinds 2003 ook uitgevoerd op de wadplaten bij Paesens.
		1-jaarlijkse vlakdekkende RTK-GPS metingen op de wadplaat in bodemdalingskom	Metingen na 3 jaar gestaakt
	Luchtfoto-analyse kwelderrand	idem	Gestart in 1998 op basis van luchtfoto's vanaf 1949 archief topografische dienst Emmen.
Kwelders	2-jaarlijkse opnamen van kwelder-vegetatie	6-maandelijkse opnamen kweldervegetatie en sedimentatie-erosie	Na achterlopen middenkwelder 5-10 cm is frequentie verhoogd
Lage duinvalleien		Iedere overstroming uitvoeren van metingen	Sinds 2000 ingevoerd ter verificatie studentenverslag 1999
		3-jaarlijkse vegetatiekartering	Idem
Droge duinen	3-jaarlijkse opnamen	6-jaarlijkse opnamen	Invloed op duinen is marginaal. Programma met hoge maatschappelijke waarde
Vogels	Verzamelen bestaande gegevens	Diepte onderzoek naar relatie overtijende vogels en foerageren in bodemdalingschotel	Verbetering om te bepalen welke soorten nu daadwerkelijk beïnvloed zouden kunnen worden
		Diepte onderzoek naar verbetering teltechniek	Bestaande tellingen niet specifiek genoeg
Fotopanorama's	1-jaarlijkse 360 graden foto's van 3 vaste punten	Idem van 4 punten	Ook Meidoornvallei opgenomen in programma

Aan de hand van het monitoringsonderzoek op Ameland kan een aantal conclusies worden getrokken over de effecten van bodemdaling op het ecologisch functioneren van kombergingen én het monitoren van de bodemdaling. De belangrijkste bevindingen die uit het Amelandrapport voor het vormgeven van de monitoring naar voren komen, zijn:

1. De morfologie van het eiland is onder invloed van bodemdaling niet veranderd en heeft zich ontwikkeld zoals voorspeld in 1986; ook de toen reeds voorspelde zandsuppleties zijn uitgevoerd zoals voorzien.
2. Bodemdaling heeft de hoogte, het areaal en de ligging van de wadplaten niet wezenlijk veranderd. Een innovatieve methode om erosie-sedimentatie te bepalen (zogenaamde spijkerproeven) laat zien dat lokaal de bodemdaling wordt gecompenseerd tot een dalingssnelheid van circa 1 centimeter per jaar en dat ook de hoogste gemiddelde daling in de komberging Pinkegat (modelmatig bepaald op 0,34 cm/jaar) volledig wordt gecompenseerd.
3. Lodinggegevens laten zien dat de dynamiek van de wadplaten in de betreffende kombergingen niet afwijkt van de dynamiek in andere kombergingen.
4. De organisatie rond de invulling van het principe 'Hand aan de kraan' kan worden opgezet zo als schematisch weergegeven in **figuur 5.19** waarbij de positie, taak en bevoegdheden van de commissie nog nader moeten worden uitgewerkt en goedgekeurd door het bevoegd gezag.
5. De variatie in jaargemiddelde hoogwaterstand bedraagt ca. 10 á 20 cm en is daarmee een veelvoud van de gemiddelde jaarlijkse bodemdaling in de jaren dat de bodemdalingssnelheid het hoogst was.
6. De sedimentsamenstelling in de bodemdalingschotel/komberging is niet anders dan daarbuiten (resultaat EVA2 onderzoek).
7. De kwelders blijken bestand tegen de opgetreden bodemdaling: over het geheel genomen heeft opslibbing de daling gecompenseerd en is de plantengroei niet of nauwelijks veranderd.
8. Het proces van kwelderafslag is door de bodemdaling niet versneld.
9. Droge duinen en bijbehorende plantengroei hebben geen merkbare invloed ondervonden van de bodemdaling.
10. De duinvalleien worden door de opgetreden bodemdaling natter en een aantal ervan wordt ook vaker door zeewater overstroomd. Aanvullend onderzoek heeft aangetoond dat dit tot enige verandering in de plantengroei heeft geleid.
11. Er zijn geen aanwijzingen dat bodemdaling nadelig zou zijn voor wadvogels; geconstateerd veranderingen in vogelaantallen hangen onder andere samen met de dynamiek in mosselbestanden.

Op 7 juli 2005 is het rapport geaudit door de Rijksuniversiteit Groningen. De eindconclusies van het rapport werden onderschreven, maar op details zijn kritische kanttekeningen gemaakt die door de begeleidingscommissie zullen worden meegenomen in de invulling van het monitoringsprogramma voor de komende jaren. De belangrijkste opmerkingen rond de monitoring en het functioneren van het waddenecosysteem hadden betrekking op de te beperkte aandacht voor de morfologische ontwikkelingsgeschiedenis van de kust zone (cyclisch gedrag Rif/Engelsmanplaat), het beperkte gebruik van referentiegebieden en de (on)geschiktheid van vogelaantallen voor het duiden van effecten op foerageergebieden/bodemdierbestanden.

Workshop 'Hand aan de kraan'
Op 21 juni 2005 is een workshop gehouden over de invulling van het principe 'Hand aan de kraan'. Hierin namen de diverse betrokken bevoegde gezagen, natuur- en milieuorganisaties (de NGO's) en NAM deel. Over de monitoring is het volgende opgemerkt [**ref. 5.6**]:

- Abiotische variabelen zijn leidend in de effectenketen en monitoring moet zich in eerste instantie richten op deze variabelen;
- Biotische variabelen moeten eveneens worden gemonitord vanwege de behoefte aan extra zekerheid, de focus van de politiek en publiek op biologische natuurwaarden en het internationale belang dat het Waddengebied heeft voor die natuurwaarden;
- Kweldervegetaties, bodemdieren en vogels zijn de meest waarschijnlijke biologische parameters die meegenomen zouden kunnen/moeten worden;
- In de monitoring moet gebruik worden gemaakt van referentiegebieden;
- Voorafgaand aan de winning en monitoring moet de nulsituatie goed worden vastgelegd;
- De dynamiek van zandplaten in het zeegat/delta (Rif/Engelsmanplaat) en de suppleties in de Noordzeekustzone verdienen extra aandacht;

- Het Lauwersmeergebied zou gelijke aandacht moeten krijgen als het Waddenzeegebied.

Focus en hoofdlijnen
Mede in het licht van de hierboven genoemde conclusies en aanbevelingen is het monitoringsplan uitgewerkt. Het monitoringsplan heeft:

- een *politieke focus*: het plan gaat uit van de besluiten die in de politiek zijn genomen ten aanzien van gaswinning onder de Waddenzee;
- een *wetenschappelijke en maatschappelijke focus*: het plan gaat uit van de kennis die is opgedaan in bodemdalingonderzoek en overleg met betrokken instanties;
- een *juridisch-bestuurlijke focus*: het plan is afgestemd op de (voorlopige) instandhoudingdoelstellingen van de Waddenzee, de soorten en habitats op grond waarvan de Waddenzee en het Lauwersmeer zijn aangewezenen als Vogelrichtlijn- en Habitatrichtlijngebied en het toetsingskader ingevolge de PKB Derde nota Waddenzee

Van belang is voorts dat de monitoring zich niet alleen op de Waddenzee richt, maar ook op het Lauwersmeergebied. De invulling van het plan is voor beide gebieden uiteraard wel verschillend, omdat de effecten van bodemdaling en de response van het (eco)systeem in het binnendijkse Lauwersmeergebied en het buitendijkse Waddenzeegebied eveneens zeer verschillend zijn.

Bodemdaling heeft in eerste instantie een effect op de hoogteligging van het gebied en dus op het abiotisch functioneren van een ecosysteem. Alleen als veranderingen in de hoogteligging het abiotische functioneren van het systeem wijzigen, kan er ook een effect op het biotische systeem optreden. Dit is een belangrijk uitgangspunt in de monitoring en in de invulling van het principe hand aan de kraan omdat daarmee het accent op de abiotische monitoring komt te liggen. De biotische monitoring vormt in deze een extra borging voor het geval dat effecten van bodemdaling in de abiotische monitoring niet worden opgemerkt. Omdat veranderingen in abiotische parameters met enige vertraging doorwerken in de biotische parameters is het in de biologische monitoring van belang veranderingen in biotische parameters tijdig te duiden temeer daar biotische parameters, net als abiotische parameters, een natuurlijke variatie kennen.
In het monitoringsplan wordt dan ook, naast het onderscheid tussen het binnendijkse en buitendijkse gebied, onderscheid gemaakt tussen het abiotische en biotische systeem. In het monitoringsplan zijn de abiotische variabelen die in het meetplan worden meegenomen buiten beschouwing gelaten en worden alleen die abiotische variabelen meegenomen die gewenste aanvullende informatie opleveren over het ecologisch functioneren van het ecosysteem.

Ten behoeve van de monitoring zullen naar analogie van de monitoring bij Ameland een aantal basisgegevens worden verzameld. Deze basisgegevens zijn nodig voor het interpreteren en evalueren van de gegevens die in de verschillende abiotische en biotische monitoringprogramma's worden verzameld. Het gaat daarbij om gegevens over het weer (neerslag, wind, verdamping), hoogteliggingen, waterstanden (Waddenzee, Lauwersmeer, oppervlakte/grondwater) etc.

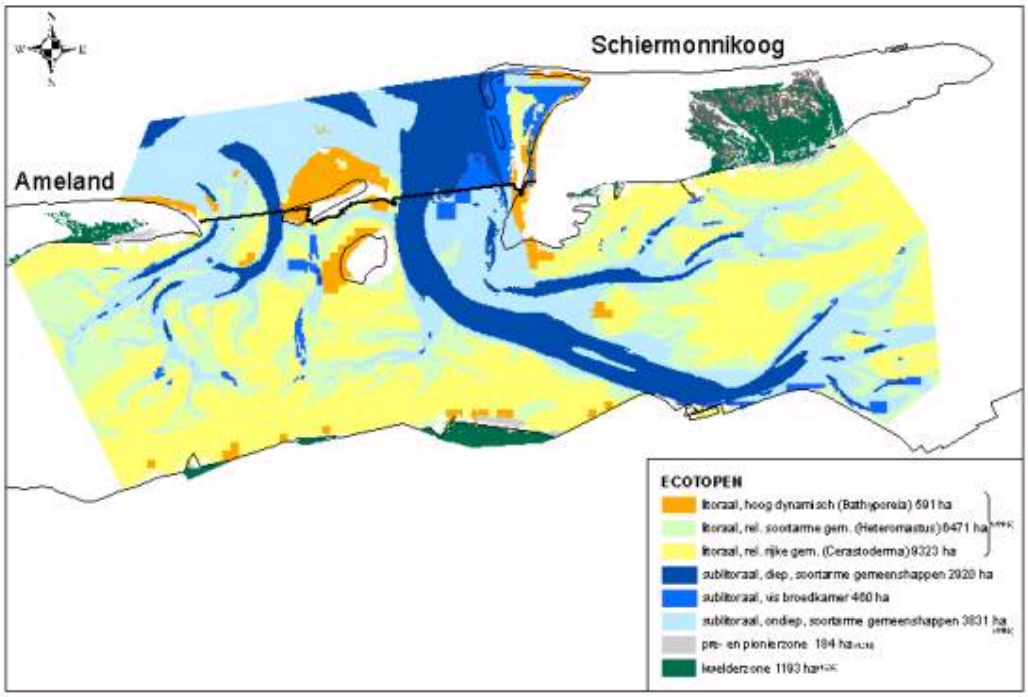
Naast het verzamelen van de basisgegevens is het van belang de situatie vast te leggen waarin nog geen bodemdaling door de beoogde gaswinning heeft plaatsgevonden: de nulsituatie. Van monitoringsonderdelen waarvan geen historische gegevens beschikbaar zijn, kan de nulsituatie niet worden bepaald. Het vastleggen van de nulsituatie van die onderdelen moet op zo kort mogelijke termijn worden ingevuld en uitgevoerd in overleg met de betreffende instanties (onderzoeksinstituten/bureaus en NAM).

Toetsingskader op grond van de Natuurbeschermingswet.

De monitoring zal worden afgestemd op de instandhoudingdoelstellingen van de Waddenzee en de soorten en habitats op grond waarvan de Waddenzee en Lauwersmeer zijn aangewezenen als HR en/of VR gebied.

De vigerende 'voorlopige' instandhoudingsdoelstelling voor de Waddenzee opgesteld door de minister van LNV voor de Waddenzee luidt als volgt:
"Het beleid en beheer ten aanzien van de voorlopige instandhoudingsdoelstellingen 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, alsmede van de (bodem)flora en de (bodem)fauna, onder meer omvattende de foerageer-, broed- en rustgebieden van vogels."

In tabel 5.3 zijn de habitats opgenomen zoals genoemd in de Habitatrichtlijn Waddenzee en voor zover voorkomend in de beïnvloede kombergingen (Alterra 2005) én alle soorten uit zowel de Habitat- als Vogelrichtlijn; in figuur 5.18 is de ligging van de verschillende habitats binnen de beïnvloede kombergingen weergeven.



Figuur 5.18 Habitats binnen de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag (Alterra 2005).

Tabel 5.3: Habitats en soorten genoemd in de Habitat- en Vogelrichtlijn voor het Waddenzeegebied en de monitoringprogramma's waarin ze meegenomen worden.

Habitatrichtlijn			
Habitat Nr.	**Habitat Omschrijving**	**Monitoringprogramma**	
		Abiotiek	**Biotiek**
1110	Permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken	Lodingen RWS Habitatareaal NAM	
1130	Estuaria	Lodingen RWS Habitatareaal NAM	
1140	Bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten	Lodingen RWS Habitatareaal NAM	
1310	Eenjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met Zeekraal en andere zoutminnende planten	Lodingen RWS Habitatareaal NAM	Alterra/RWS
1320	Schorren met slijkgrasvegetatie	Lodingen RWS Habitatareaal NAM	Alterra/RWS
1330	Atlantische schorren met kweldergrasvegetatie	Lodingen RWS Habitatareaal NAM	Alterra/RWS
2110	Embryonale wandelende duinen	Lodingen RWS Habitatareaal NAM	
2120	Wandelende duinen op de strandwal met Helm (zgn. 'witte duinen')	Lodingen RWS Habitatareaal NAM	
Soort Nr.	**Soortnaam**		
1095	Zeeprik	-	-
1099	Rivierprik	-	-
1103	Fint	-	-
1364	Grijze Zeehond	Alterra	Alterra
1365	Gewone Zeehond	Alterra	Alterra
Vogelrichtlijn			
Soorten	**Habitatgebruik**	**Soortengroep**	**Monitoring-programma SOVON/ SBB/IFG**
Dwergstern*	1110; 1310; 1330	Sterns/meeuwen	Kolonievogels LSB BMP
Grote Stern*	1110; 1140; 1310;1330		
Kleine Mantelmeeuw	1110; 1310; 1330		
Kokmeeuw	1110; 1140; 1310;1330		
Noordse Stern*	1110; 1140; 1310;1330		
Reuzenstern*	1110; 1140; 1310;1330		
Stormmeeuw	1110; 1140; 1310;1330		
Visdief*	1110; 1140; 1310;1330		
Zilvermeeuw	1110; 1140; 1310;1330		
Zwarte Stern*	1110; 1310;1330		
Bergeend	1110; 1140; 1310;1330	Wad/watervogels	Wad/watervogel-tellingen LSB BMP
Brandgans*	1310; 1330		
Eidereend	1110; 1140; 1170; 1310;1330		
Zilverplevier	1140; 1310;1330	Wadvogels	Wad/watervogeltellingen Kolonievogels LSB BMP
Bontbekplevier	1140; 1310;1330		
Bonte Strandloper	1140; 1310;1330		
Groenpootruiter	1140; 1170; 1310;1330		
Kanoetstrandloper	1140; 1310;1330		
Kluut*	1140; 1310;1330		
Rosse Grutto*	1140; 1310;1330		
Scholekster	1140; 1170; 1310;1330		
Tureluur	1140; 1170; 1310;1330		
Wulp	1140; 1170; 1310;1330		
Zwarte Ruiter	1140; 1310;1330		
Aalscholver	1110; 1310; 1330	Watervogels	Wad/watervogeltellingen Kolonievogels LSB BMP
Brilduiker	1110; 1170		
Lepelaar*	1140; 1310;1330		
Middelste Zaagbek	1110; 1170		
Nonnetje *	1110		
Rotgans	1110; 1140; 1310;1330		
Toppereend	1110; 1170		

Uit tabel 5.3 blijkt dat de vissoorten uit de Habitatrichtlijn niet in een bestaand monitoringsprogramma zijn opgenomen. Het betreft niet-commerciële vissoorten die niet of nauwelijks in de Waddenzee voorkomen en waarvan weinig onderzoeksgegevens van voorhanden zijn. Verwacht wordt dat in 2006 in het kader van de Habitatrichtlijn een monitoringsprogramma voor deze soorten zal worden opgezet (RIVO).

In tabel 5.4 zijn de vogelsoorten opgenomen zoals genoemd in Vogelrichtlijn voor het Lauwersmeergebied. Het gebied is in 2000 aangewezen als Wetland volgens de Conventie van Ramsar en als Vogelrichtlijngebied (5790 ha). In de Vogelrichtlijn is het Lauwersmeer gekarakteriseerd als een gebied dat uit open water, moerassen en graslanden bestaat. De kwalificerende waarden van het Vogelrichtlijngebied Lauwersmeer zijn vastgelegd door het aangeven van de kwalificerende soorten en overige relevante soorten.

Tabel 5.4: Soorten en habitats in het Lauwersmeergebied en de monitoringprogramma's waarin ze worden meegenomen

Vogelrichtlijn soorten		
Kwalificerende soorten		**Monitoringsprogramma SOVON/SBB/NM**
Lepelaar	Watervogels	Wad/watervogeltellingen Kolonievogels LSB BMP
Kleine zwaan		
Wilde zwaan		
Grauwe gans		
Brandgans		
Krakeend		
Wintertaling		
Pijlstaart		
Slobeend		
Reuzenstern	Sterns/meeuwen	Wad/watervogeltellingen
Kemphaan (broedend)	Wadvogels/steltlopers	LSB; BMP
Bruine kiekendief (broedend)	Roofvogels	LSB; BMP
Grauwe kiekendief (broedend)		
Relevante soorten		
Porseleinhoen (broedend)	Watervogels	Wad/watervogeltellingen LSB; BMP
Fuut		
Aalscholver		
Kleine zilverreiger		
Grote zilverreiger		
Kolgans		
Rotgans		
Bergeend		
Smient		
Wilde eend		
Tafeleend		
Kuifeend		
Brilduiker		
Nonnetje		
Meerkoet		
Kluut (incl. broedend)	Wadvogels/steltlopers	Wad/watervogeltellingen LSB BMP
Bontbekplevier		
Goudplevier		
Zilverplevier		
Grutto(incl. slaapplaats)		
Wulp(incl. slaapplaats)		
Steenloper		
Dwergmeeuw	Sterns/meeuwen	Wad/watervogeltellingen LSB; BMP
Noordse stern (broedend)		
Oeverzwaluw (broedend)	Zangvogels	BMP
Paapje (broedend)		
Blauwborst (broedend)		
Rietzanger (broedend)		



5.5.2 Invulling monitoringsplan Waddenzee

Abiotische monitoring
Uitgangspunt bij de keuze van de variabelen die in de abiotische monitoring moeten worden meegenomen, is dat de variabele geen deel uitmaakt van het meetplan en een directe relatie heeft met bodemdaling ofwel veranderingen in hoogteligging. Het gaat daarbij om de volgende variabelen:

- sedimentatie/erosie (snelheid);
- habitatarealen (inclusief kwelderranden en dynamische zandplaten);
- variabelen ten behoeve van de biotische monitoring (dat wil zeggen: variabelen die nodig zijn om de biologische modellen te kunnen draaien).

Sedimentsamenstelling is als variabele niet in de monitoring meegenomen. In de studie die het Waterloopkundig Laboratorium voor de MER heeft uitgevoerd, is het Delft3D-model ingezet om inzicht te krijgen in mogelijke veranderingen in de waterbeweging als gevolg van bodemdaling. Het model doet uitspraken over veranderingen in waterstanden, debieten en stroomsnelheden door gesimuleerde bodemdaling. De modelresultaten laten zien dat er geen veranderingen in de sedimenttransportprocessen mogen worden verwacht die op hun beurt tot veranderingen in sedimentsamenstelling kunnen leiden (ref. 3.2.1 & 6.2.5).

Voor wat de mogelijke invloed van suppletiezand op de sedimentsamenstelling betreft, moet nog worden opgemerkt dat het volume zand dat jaarlijks wordt gesuppleerd een fractie is van het jaarlijkse sedimenttransport langs de kust. Bovendien wordt het suppletiezand waarvan de samenstelling is afgestemd op het sediment van de Waddenzee, eerst verplaatst naar de buitendelta en het zeegat waarbij het wordt vermengd met het zand uit de kustzone en vervolgens geleidelijk en voor slechts een gedeelte naar de Waddenzee wordt vervoerd. Ook vanuit deze optiek is een effect van zandsuppleties op de sedimentsamenstelling van de Waddenzee niet te verwachten (ref. 3.4 & 6.2.6).

Sedimentatie/erosie (snelheid)
Om de (snelheid van) sedimentatie/erosie te bepalen, wordt gebruik gemaakt van:

- de lodingen in de Waddenzee;
- de lodingen in de Noordzeekustzone;
- spijkermetingen langs de kust en kwelder en op zand/wadplaten;
- spijkermetingen bij vaste meetpunten op het wad ten behoeve van de bodemdalingprognose uit meetplan.

Aan de hand van lodingen in de monitoringprogramma's van RWS wordt de dynamiek in de hoogteligging (sedimentatie/erosiekaarten) en de sedimentatie/erosiesnelheid in de verschillende kombergingen bepaald. De Nederlandse Waddenzee wordt eens in de 5 á 6 jaar met lodingen in kaart gebracht. Effecten van bodemdaling op de hoogteligging van de kombergingen kunnen dan ook eens in de 5 á 6 jaar worden geëvalueerd, wat gelet op de natuurlijke dynamiek binnen kombergingen toereikend is. Sedimentatie/ erosiekaarten geven een beeld van de mate waarin sedimentatie/erosie heeft plaatsgevonden in de loop van de tijd (trends) en maken het mogelijk de ontwikkelingen in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag te vergelijken met de ontwikkelingen in andere kombergingen. Hetzelfde geldt voor de Noordzeekustzone die eens per 2 á 3 jaar met lodingen in kaart wordt gebracht.
Vanuit de optiek van het principe hand aan de kraan is een beeld van de dynamiek in de hoogteligging eens per 5 á 6 jaar mogelijk niet toereikend. Daarom wordt naast lodinggegevens ook gebruik gemaakt van jaarlijkse spijkermetingen en registraties van de habitatdynamiek via remote sensing technieken.

Aan de hand van spijkermetingen langs de kust en op wadplaten wordt minimaal 2 x per jaar lokaal de mate van sedimentatie/erosie en de sedimentatie/erosiesnelheid bepaald. Hetzelfde geldt voor de spijkermetingen bij de vaste meetpunten op het wad, die met een frequentie van 1 x per 2 á 3 jaar worden uitgevoerd. Naast lodingen geven deze metingen

voor de korte termijn (<1 jaar) een controle om te bepalen of sedimentatie de bodemdaling door gaswinning kan bijhouden.

Habitatarealen
Voor het monitoren van de veranderingen in habitatarealen wordt gebruik gemaakt van remote sensing technieken (radarbeelden, lucht- of satellietfoto's)waarmee, 1 á 2 keer per jaar (zomer en/of winter),vanaf een zekere hoogte en op gezette momenten binnen het getij een beeld kan worden verkregen van de hoogteligging/droogvaltijd van het wad..Aan de hand van deze informatie kunnen habitat/ecotoopkaarten (Kaart 3.15) voor de gehele Waddenzee worden samengesteld/geactualiseerd.Habitatkaarten geven een beeld van de ontwikkelingen in het areaal van specifieke habitats in kombergingen in de tijd (trends) en maken een vergelijking tussen de verschillende kombergingen (referenties) mogelijk. Ook veranderingen in de ligging van kwelderranden en dynamische zandplaten zullen met remote sensing beelden worden gemonitord.

Variabelen ten behoeve van biotische monitoring
Gegevens van variabelen die nodig zijn voor het inzetten van biologische modellen van het NIOZ/RIVO (bodemdieren) en Alterra (kwelders en vogels) kunnen worden verkregen uit de abiotische modellen van het Waterloopkundig Laboratorium. Deze modellen (ASMITA en ESTMORF) leveren ruimtelijke en temporele informatie over de basiseenheden waaruit een komberging is opgebouwd (delta, geul en plaat) en deelgebieden die binnen de kombergingen kunnen worden onderscheiden.

Biotische monitoring
Uitgangspunt bij de keuze van de variabelen die in de biotische monitoring moeten worden meegenomen, is dat de variabele:
- een zo direct mogelijke relatie heeft met de beïnvloede abiotische variabelen (hoogteligging, sedimentatie/erosie);
- deel uitmaakt van de voorlopige instandhoudingdoelstellingen van de Waddenzee, de soorten of habitats op grond waarvan de Waddenzee is aangewezen als Vogel- en Habitatrichtlijngebied en/of het toetsingskader binnen de PKB Derde nota Waddenzee (zie paragraaf 5.5.1 - toetsingskader);
- deel uitmaakt van een bestaand monitoringprogramma met enige historie (in verband met trends) en een zekere dekking (in verband met referenties); een overzicht van bestaande monitoringprogramma's is opgenomen in tabel 5.5;
- een belangrijke rol heeft in het ecologisch functioneren van de kombergingen;
- een handhaafbare natuurgrens oplevert; hiermee wordt een min of meer kwantitatieve invulling van de biotische variabele bedoeld die als natuurgrens functioneert, waarbij te denken valt aan:
    - het registreren van trendbreuken in de ontwikkeling van biotische variabelen;
    - afwijkingen van gemiddelden/patronen die groter zijn dan de natuurlijke variatie of een referentie.

Biologische variabelen die op grond van bovenstaande overwegingen worden meegenomen in de biologische monitoring, zijn:
- (zeegras/)kweldervegetaties en vooral pionier- en lage kweldervegetaties (goede indicatoren hoogteveranderingen; maatschappelijk/politiek/juridisch belang; onderdeel van bestaande monitoringprogramma's; belangrijke ecologische rol);
- bodemdieren/gemeenschappen (onderdeel van bestaande monitoringprogramma's; belangrijke ecologisch rol);
- broedvogels van het intergetijdengebied/kwelders (goede indicatoren hoogte-veranderingen; maatschappelijk/politiek/juridisch belang; onderdeel van bestaande monitoringprogramma's);
- wad/watervogels (maatschappelijk/politiek/juridisch belang; onderdeel van bestaande monitoringprogramma's).

(Zeegras/)kweldervegetaties
Voor het monitoren van zeegras/kweldervegetaties wordt aansluiting gezocht bij bestaande monitoringprogramma's van Alterra en RWS, waarmee de ontwikkelingen van

de vegetaties en habitats in de tijd (trends) in beeld kunnen worden gebracht. Omdat effecten van bodemdaling conform de aanbevelingen in het RIKZ-rapport [ref. 5.3] op het niveau van kombergingen moeten worden bekeken, worden ook de ontwikkelingen op de kwelders buiten de bodemdalingschotel maar binnen de betreffende kombergingen meegenomen. Het gaat daarbij om de kwelders van Ameland (onderdeel bestaande Amelandmonitoring) en Schiermonnikoog (voorzover opgenomen in een bestaand monitoringprogramma).

Bodemdiersoorten/gemeenschappen
Voor het monitoren van bodemdiersoorten/gemeenschappen wordt aansluiting gezocht bij bestaande monitoringprogramma's van:

- het NIOZ op een viertal plots in de Waddenzee (Balgzand, Piet Scheveplaat, Groningerkust; Eems/Dollard) of de vlakdekkende bemonstering van de westelijke Waddenzee die sinds 2004 ook in de oostelijke Waddenzee plaatsvindt;
- het RIVO en de Waddenzeewijde schelpdierbemonsteringen (Mossel, Kokkel, Nonnetje).

Aan de hand van de monitoringgegevens worden de ontwikkelingen van bodemdierbestanden in de tijd (trends) in beeld worden gebracht en wordt een vergelijking gemaakt tussen de verschillende monitoringsgebieden/kombergingen in de Waddenzee (referenties).

Vogelsoorten
Voor het monitoren van broedvogels en wad/watervogels wordt aansluiting gezocht bij bestaande monitoringprogramma's van het SOVON/Staatsbosbeheer (SBB)/It Fryske Gea (IFG) in de gehele Waddenzee:

- broedvogels: Broedvogel Monitoring Project (BMP); Landelijk Soortenonderzoek Broedvogels (LSB); kolonievogels; broedvogelatlas;
- wad- en watervogeltellingen.

Aan de hand van de monitoringgegevens worden de ontwikkelingen in vogelbestanden in de tijd (trends) in beeld gebracht en wordt een vergelijking gemaakt tussen de verschillende kombergingen in de Waddenzee.

Tabel 5.5: overzicht voor de Waddenzee van de verschillende monitoringsonderdelen en de frequentie waarin zal worden gemeten.

Waddenzee		
Abiotiek	**Naam**	**meetfrequentie**
Erosie/sedimentatie Waddenzeewijd	Lodingen	1x / 5 á 6 jaar
Erosie/sedimentatie Noordzeekustzone	Lodingen	1x / 5 á 6 jaar
Sedimentatiemetingen - Kwelders - Wad (raaien) - Wad (vaste meetpunten)	Sedimentatie Erosie Bar metingen Spijkermetingen Spijkermetingen	 2x / jaar 6x / jaar 1x / 2 á 3 jaar
Areaalmetingen Waddenzeewijd (incl. kliferosie)	Remote sensing	1 á 2x / jaar
Biotiek		
Vegetatie kwelders	Opnames	1 á 2 x / 2 jaar
Bodemdieren - Alle soorten plots meetnet - Schelpdieren	Opnames	 2x / jaar 1x / jaar 1x / jaar
Broedvogels	Tellingen	1 x / jaar
Wad/watervogels	Hoogwater vluchtplaats tellingen	3 á 5x / jaar

5.5.3 Invulling monitoringsplan Lauwersmeergebied

Abiotische monitoring
Uitgangspunt bij de keuze van de variabelen die in de abiotische monitoring moeten worden meegenomen, is dat de variabele geen deel uitmaakt van het meetplan en een directe relatie heeft met bodemdaling ofwel veranderingen in hoogteligging. Het gaat daarbij om de volgende variabelen:

- habitatarealen;
- droogligging; inundatiefrequentie/hoogte;
- verdroging/vernatting/verzilting;
- kerende hoogte waterhuishoudkundige werken (afname hoogteligging).

Habitatarealen
Voor het monitoren van de veranderingen in habitatarealen binnen het bodemdalinggebied wordt gebruik gemaakt van metingen van de hoogteligging die in het kader van het meetplan worden uitgevoerd (nulmetingen én controlemetingen) en de biotische monitoringgegevens. Aan de hand van deze gegevens kunnen de veranderingen in habitatarealen in kaart worden gebracht. Er worden geen remote sensing technieken ingezet omdat naar verwachting door de aanwezige vegetatie subtiele veranderingen in het areaal overstromingsgebied en ondiep water niet afdoende kunnen worden gevolgd. Aan de hand van de veranderingen in de hoogteligging en biotische parameters zullen de ontwikkelingen in de arealen van specifieke habitats in de tijd (trends) in beeld worden gebracht en geduid.

Droogligging; inundatiefrequentie/hoogte; kerende hoogte waterhuishoudkundige werken
Het monitoren van de droogligging, inundatiefrequentie en –hoogte wordt uitgevoerd aan de hand van gegevens van hoogteliggingen en waterstanden in het Lauwersmeer (basisgegevens monitoring). Hetzelfde geldt voor de kerende hoogte van waterhuishoudkundige werken.

Verdroging/vernatting/verzilting
Voor het monitoren van de verdroging/vernatting/verzilting wordt aansluiting gezocht bij bestaande monitoringprogramma's van TNO (Data en Informatie Nederlandse Ondergrond ofwel DINO-loket) en wordt gebruik gemaakt van het bestaande en eventueel uit te breiden netwerk van peilbuizen. In de peilbuizen worden de peilen en het zoutgehalte van het oppervlakte- en grondwater bepaald. Aan de hand van de gegevens worden de ontwikkelingen in het oppervlakte- en grondwater worden gevolgd in de tijd (trends) en ruimte.

Biotische monitoring
Uitgangspunt bij de keuze van de variabelen die in de biotische monitoring moeten worden meegenomen, is dat de variabele:

- een zo direct mogelijke relatie heeft met beïnvloede abiotische variabelen;
- deel uitmaakt van de soorten op grond waarvan het Lauwersmeer is aangewezenen als Vogelrichtlijngebied en/of de instandhoudingdoelstellingen van het Lauwersmeer (zie Bijlage 1; maatschappelijk/politiek/juridisch belang);
- deel uitmaakt van een bestaand monitoringprogramma met enige historie (in verband met trends) en een zekere dekking (in verband met referenties); een overzicht van bestaande monitoringprogramma's is opgenomen in Bijlage 2;
- een belangrijke ecologische rol speelt.

Biologische variabelen die op grond van bovenstaande overwegingen geschikt zijn om meegenomen te worden in de biologische monitoring zijn:

- water/oever/zilte vegetaties (goede indicatoren hoogteveranderingen; maatschappelijk/politiek/juridisch belang; onderdeel van bestaande monitoring-programma's; belangrijke ecologisch rol);
- broedvogels moeras/oeverlanden/aangrenzende graslanden (goede indicatoren hoogteveranderingen; maatschappelijk/politiek belang; onderdeel van bestaande monitoringprogramma's);

- watervogelsoorten en rode-lijstsoorten (maatschappelijk/politiek belang; onderdeel van bestaande monitoringprogramma's).

Water/oever/zilte vegetaties
Voor het monitoren van vegetaties wordt aansluiting gezocht bij bestaande monitoringprogramma's van A&W, Alterra en SBB waarmee de ontwikkelingen van de vegetaties en bijbehorende habitats in de tijd (trends) in beeld kunnen worden gebracht.

Broedvogels, watervogels & rode-lijstsoorten
Voor het monitoren van vogels wordt aansluiting gezocht bij bestaande monitoringprogramma's van SOVON/SBB/NM (watervogels, LSB, BMP; kolonievogels, broedvogelatlas) en SBB (rode-lijstsoorten). Aan de hand van de monitoringgegevens worden de ontwikkelingen in broedvogelbestanden in de tijd (trends) in beeld gebracht.

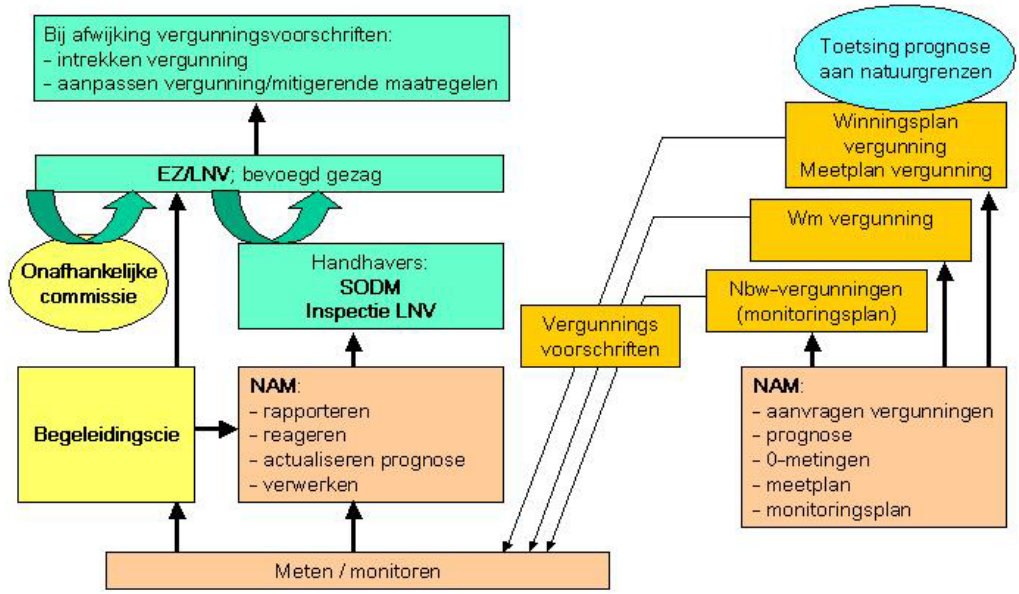
Tabel 5.6: overzicht voor het Lauwersmeergebied van de verschillende monitoringsonderdelen en de frequentie waarin zal worden gemeten.

Lauwersmeer		
Abiotiek	**Naam**	**meetfrequentie**
Areaalmetingen (incl. droogligging)	Hoogteliggingmetingen	1 á 2x / jaar
Inundatiefrequentie en –hoogte (drukdozen; peilschalen)	Inundatiemetingen	nog te bepalen
verdroging/vernatting/verzilting (peilbuizen)	Grondwatermetingen	Nog te bepalen
Biotiek		
Vegetatiekartering	Tellingen	1x / 5 jaar
Broedvogels	Tellingen	1x / 2 jaar
Watervogels	Tellingen	1x / mnd;
Rode lijst vogels	Tellingen	1x / 10 jaar

5.6 Organisatorische invulling 'hand aan de kraan'

Het bevoegd gezag geeft aan, mede op basis van de vigerende regelgeving, hoe de toepassing van het principe 'hand aan de kraan' organisatorisch moet worden ingevuld. Daarbij zal onder meer bepaald moeten worden welke rol daarin is weggelegd voor een onafhankelijke (audit)commissie(s). In dit MER is geprobeerd de laatste inzichten m.b.t. de mogelijke organisatorische invulling van het hand aan de kraan principe aan te geven. Het juridisch kader is daarbij de meest zekere component omdat gebruik gemaakt wordt van de vigerende regelgeving. De invulling van de taken/bevoegdheden van een onafhankelijke audit commissie en het instellen van een eventuele begeleidingscommissie, die zich ondermeer bezig kan houden met beoordelen van verzamelde en verwerkte data, is uiteindelijk een taak van het bevoegd gezag.

Figuur 5.19 geeft schematisch aan op welke wijze het handhavingsmodel "Hand aan de kraan" zou kunnen worden weergegeven volgens NAM. Vervolgens wordt een beknopte beschrijving van dit model gegeven.



Figuur 5.19 Handhavingsmodel Hand aan de Kraan.

Ten behoeve van de voorgenomen gaswinning zijn diverse vergunningen nodig. De vergunningen die betrekking hebben op het hand aan de kraan principe zijn de vergunningen op grond van de Wet milieubeheer, de Mijnbouwwet (winningsplan en meetplan) en de Natuurbeschermingswet (monitoringsplan). De bevoegde gezagen voor deze vergunningen zijn respectievelijk de minister van Economische Zaken en de minister van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit. De instanties die belast zijn met de handhaving van de verleende vergunningen zijn Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) en de inspectie LNV.
De vergunningaanvragen zullen door de ministers van EZ en LNV worden getoetst aan het geldende toetsingskader. Voor de minister van EZ is dit onder meer de toegestane bodemdalingsnelheid door gaswinning in de betrokken kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag. Voor de minister van LNV is dit toetsingskader onder meer de instandhoudingdoelstelling van het Natuurbeschermingsgebied dat door gaswinning kan worden beïnvloed. Daarbij zal er met name op gelet worden dat bestaande biotische trends (vogels etc) en abiotische trends (bijvoorbeeld oppervlakte van droogvallende wadplaten e.d.) door de gevolgen van gaswinning niet nadelig worden beïnvloed.

In de voorschriften bij de te verlenen vergunningen zullen meet-, monitorings- en rapportageverplichtingen worden opgenomen. Aan de hand van resultaten van de metingen, berekeningen en monitoring kan worden bepaald of deze overeenkomen met de prognoses zoals ingediend bij de vergunningsaanvragen en of er een causaal verband is tussen de monitoringswaarnemingen en de opgetreden bodemdalingsnelheid door gaswinning.

Ieder bevoegd gezag heeft haar eigen verantwoordelijkheid bij het handhaven van de door haar verleende vergunningen. Gezien de mogelijke samenhang tussen beide vergunningen zou er bij de handhaving integraal beoordeeld moeten kunnen worden of voldaan wordt aan de vergunningvoorschriften van beide soorten van vergunningen (winningsplan- en natuurbeschermingswetvergunningen). Een adviescommissie bestaande uit onafhankelijke deskundigen zou hierin een belangrijke rol kunnen vervullen.

De verzamelde en geïnterpreteerde meet- en monitoringgegevens kunnen dan integraal worden beoordeeld (dat wil zeggen dat de meetgegevens, de verwerking hiervan en de monitoringgegevens in samenhang worden bekeken) door deze commissie van deskundigen. Deze commissie adviseert haar bevindingen vervolgens aan de bevoegde gezagen (de ministers van EZ en LNV) dan wel de respectievelijke vergunning-handhavers (SodM en inspectie LNV).

De formele rapportage van gegevens overeenkomstig de vergunningvoorschriften vindt plaats door NAM aan de respectievelijke bevoegde gezagen. De ministers van EZ en LNV kunnen dan op basis van de gerapporteerde gegevens en/of naar aanleiding van bevindingen van de voornoemde commissie bepalen of er noodzaak is tot wijziging van de vergunningsvoorschriften dan wel intrekking van de verleende vergunningen.

De rol van de onafhankelijke audit commissie zou zich kunnen richten op het doen van audits op beheersprocessen of op evaluatie van specifieke aspecten daarvan zoals het toegepaste monitoring/meetsysteem, de toegepaste natuurgrenzen etc.

Referenties

5.1 Adviesgroep Waddenzeebeleid: Ruimte voor de Wadden, Den Haag, maart 2004.

5.2 Kabinetsreactie op hoofdlijnen op het advies van de Adviesgroep Waddenzeebeleid, 28 juni 2004, TK 2003-2004, 29 684, nr. 1.

5.3 KNMI, WR2004-01.

5.4 RIKZ, in samenwerking met WL Delft Hydraulics, TNO-NITG, Alterra: Bodemdalingstudie Waddenzee 2004; Vragen en onzekerheden opnieuw beschouwd, RIKZ-rapport 2004.025, 14 juni 2004.

5.5 Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland: Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost; Evaluatie na 18 jaar gaswinning, mei 2005.

5.6 Verslag workshop: Gaswinning onder de Waddenzee met het principe ‘Hand aan de kraan’, gehouden op 21 juni 2005 te Zeegse.



Aantekeningen



Inhoudsopgave

6 Effecten van gasproductie op het Waddenzeesysteem 228

6.1 Inleiding 228

6.2 Abiotiek Pinkegat en Zoutkamperlaag (minus de kwelders) 229

6.2.1 Aanpak van de effectvoorspelling 229

6.2.2 Pinkegat 230

6.2.3 Zoutkamperlaag 236

6.2.4 Nadere analyses: vergelijking met monitorgegevens, afzonderlijke invloed Anjumvelden 241

6.2.5 Modelberekeningen met ESTMORF en DELFT 3D- 245

6.2.6 Beschouwing van consequenties voor zandsuppleties 246

6.2.7 Conclusies abiotische effecten Pinkegat en Zoutkamperlaag 247

6.3 Biotiek Pinkegat en Zoutkamperlaag (minus de kwelders) 248

6.3.1 Aanpak van de effectvoorspelling 248

6.3.2 Resultaten en conclusies biotiek Pinkegat en Zoutkamperlaag 248

6.4 Abiotische en biotische effecten kwelders 249

6.4.1 Abiotiek: ontwikkeling maaiveldhoogte 249

6.4.2 Biotiek: vegetatieontwikkeling 254

6.4.3 Biotiek: broedvogels 255

6.4.4 Conclusies abiotiek en biotiek kwelders 255

6.5 Passende beoordeling 256



6 Effecten van gasproductie op het Waddenzeesysteem

6.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft het effect van bodemdaling die als gevolg van de toekomstige gaswinning gaat optreden in de Waddenzee. Het gaat bij de uiteindelijke beoordeling om de effecten van de nieuwe activiteiten. Omdat de schotel van Anjum gering is en vrijwel geheel overlapt met die van de nieuwe winning, zijn ze voor de effectbeschrijving samengenomen.

De bodemdaling door de gaswinning op Ameland is apart zichtbaar gemaakt en wordt beschreven als autonome ontwikkeling. Ook zeespiegelstijging is beschreven als autonome ontwikkeling. Er zijn 2 scenario's voor zeespiegelstijging beschreven: het scenario voor een relatieve, maar constante zeespiegelstijging van 1,8 mm per jaar en een vergelijkbaar scenario van constant 6 mm per jaar. Dit laatste scenario is niet realistisch , maar is met opzet zo gekozen om effecten zichtbaar te kunnen maken op de tijdschaal van gaswinning. Bovendien wordt het effect van de zogeheten 18,6-jarige cyclus (zie hoofdstuk 3) onderzocht en het effect van een groeiende getijdeslag.

De nieuwe velden worden beschreven als een cumulatie op Ameland, op het resterende effect van de afsluiting van de Lauwerszee en op zeespiegelstijging.

De basis voor de effectbeschrijving wordt gevormd door de gegevens uit hoofdstuk 3 over bestaande toestand, trends en autonome ontwikkeling van de kombergingen Zoutkamperlaag en Pinkegat en de drie vastelandskwelders in het studiegebied: de Peazemerlannen en de kleinere en oudere kwelders bij Wierum en 't Schoor.

De central lijn wordt gevormd door een zeespiegelstijging van 1,8 mm per jaar. Alle modellen zijn namelijk geijkt en geverifieerd op deze situatie. Voor het 6 mm per jaar scenario is gekozen voor 2007 als abrupt overgangsmoment van 2 mm naar 6 mm. Op deze wijze wordt ook duidelijk wat uitstel betekent.

Voor de gaswinning is gekozen voor een economisch en pragmatisch uitgangspunt: een productieperiode van 20 jaar waarbij 60% van de daling plaatsvindt in de eerste 10 jaar en de bodemdaling begint 1 jaar na de start van de productie in 2007. Dit uitgangspunt is conservatiever (leidt tot extremer effect) dan de binnen de gebruiksruimte passende productiescenario's. De effecten van het meest conservatieve scenario zijn niet doorgerekend.

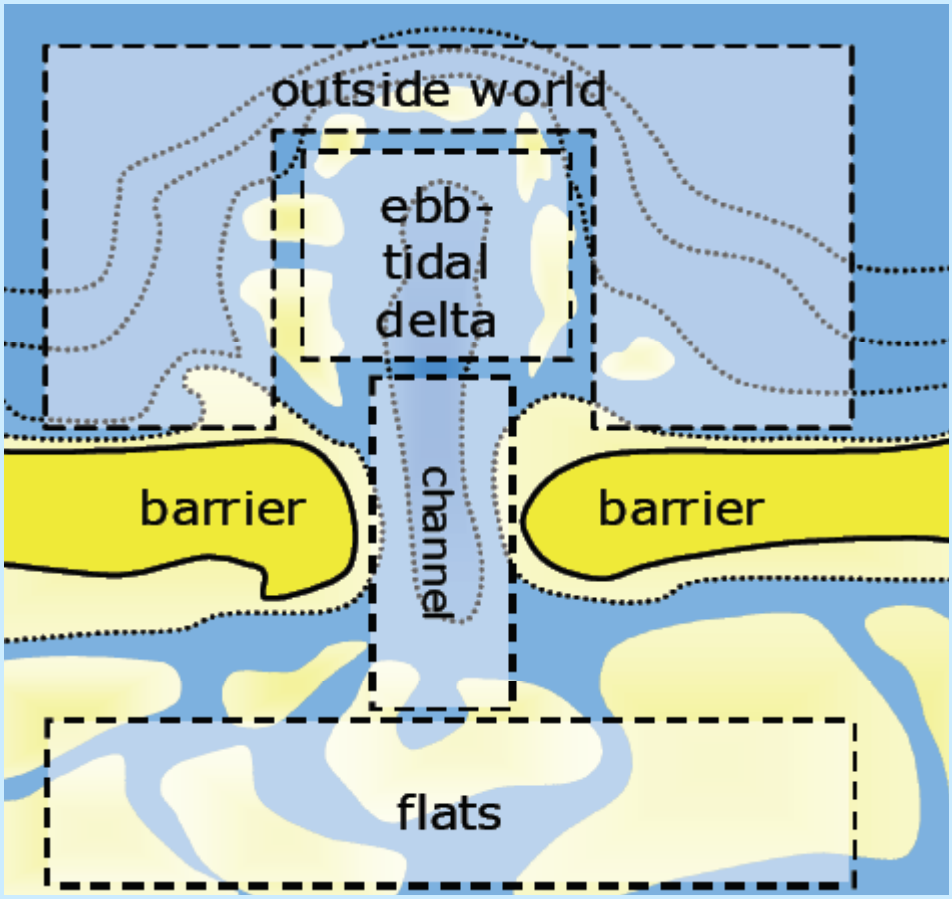
Hierbij is de volgende filosofie gevolgd:

- Als de gevolgde aanpak leidt tot een significant effect is er gegronde reden tot een verfijndere aanpak (aangepast productieprofiel, conservatiever scenario).
- Als deze aanpak niet leidt tot een significant effect, dan biedt de afstemming van het productieprofiel op een nog stringenter zeespiegelstijging-scenario, zoals gedaan in hoofdstuk 5, tot een stuk additionele zekerheid.

Er zijn geen significante effecten gevonden die gerelateerd kunnen worden aan de nieuwe winningen. De winning van Ameland en Anjum is zo realistisch mogelijk meegenomen.

In paragraaf 6.2 komen eerst de abiotische effecten op de buitendelta's, de platen en de geulen in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag aan de orde. WL | Delft Hydraulics heeft het onderzoek naar de effecten platen, geulen en sedimenten uitgevoerd. De resultaten ervan zijn samengevat in paragraaf 6.2.7 en zijn vervolgens door Alterra gebruikt als vertrekpunt om de effecten op plant en dier in kaart te brengen. De beschrijving van deze biotische effecten is te vinden in paragraaf 6.3.

Het onderzoek is als volgt geschematiseerd weer te geven. Het systeem bestaat een groep zandbanken die net buiten het zeegat liggen (ebb-tidal delta), het zeegat en de geulen (channel) en de wadplaten (flats). Aan de Noordzeezijde wordt dit omgeven door zandbanken en zwinnen tot een diepte van 20 meter (outside world). Voor Ameland loopt het buitengebied van ongeveer Kilometerpaal 10 tot de oostpunt van het eiland. Het westelijk deel van Ameland (KM 10 tot de westpunt) behoort tot het invloedsgebied van het westelijk gelegen Borndiep en blijft verder buiten beschouwing. De berekeningen hebben betrekking op de buitendelta, het kombergingsgebied bestaande uit het geheel van geulen en platen en op de platen afzonderlijk.



Volgens dezelfde lijn – eerst de abiotiek, dan de biotiek – laat paragraaf 6.4 zien welke consequenties de bodemdaling door de nieuwe winningen, inclusief de reeds vergunde winning van de Anjumvelden heeft voor de kwelders.

In paragraaf 6.5 worden de resultaten van het effectonderzoek in het perspectief geplaatst van de ‘passende beoordeling’ die op grond van de natuurbeschermings-wetgeving vereist is bij projecten in Speciale Beschermingszones zoals de Waddenzee. De centrale vraag hierbij is of er significante effecten kunnen optreden voor beschermde habitattypen en beschermde soorten. De conclusie luidt dat significante effecten niet aan de orde zijn.

6.2 Abiotiek Pinkegat en Zoutkamperlaag (minus de kwelders)

6.2.1 Aanpak van de effectvoorspelling

De belangrijkste gegevens over bodemdaling in de bestaande toestand en de autonome ontwikkeling in de beide kombergingsgebieden zijn in 3.2.3 gepresenteerd.

Hieronder wordt de bodemdaling door de voorgenomen winningen en de lopende winningen van de Anjumvelden over de autonome ontwikkeling heen gelegd. Dat maakt

inzichtelijk wat de precieze effecten zijn van alle winningen vanaf 2007 op de buitendelta, de kustzone, de geulen en de platen. Hierbij wordt ingezoomd op het effect van de 18,6-jarige cyclus, als meest realistische benadering en dat van versnelde zeespiegelstijging, als grootste bedreiging.

Eerst komen de uitkomsten van de modelberekeningen met ASMITA aan de orde. Vervolgens wordt kort ingegaan op de resultaten van berekeningen met het ESTMORF-model. Dit model is onder meer gebruikt om de ruimtelijke verdeling van de morfologische effecten in meer detail te kunnen bekijken. Daarna wordt aandacht besteed aan consequenties voor de waterbewegingen in de kombergingen op basis van de modelberekeningen met DELFT 3D. Dit is vooral relevant omdat op basis van de voorspelde waterbewegingen geanalyseerd is, of de bodemdaling door de nieuwe winningen consequenties heeft voor de sedimentsamenstelling en sedimenttransport.

De conclusies aan het slot van deze paragraaf:
- geven in samengevatte vorm weer wat de belangrijkste abiotische effecten zijn;
- dienen als input voor de voorspelling van de biotische effecten in **paragraaf 6.3**.

6.2.2 Pinkegat

Het kombergingsgebied Pinkegat is het gebied dat het meest door de gaswinning op Ameland wordt beïnvloed en tevens wat betreft het potentieel effect van bodemdaling het best bestudeerde gebied is. Aan het einde van dit hoofdstuk zal daarom een vergelijking worden gemaakt tussen de uitkomst van de modelberekeningen voor de periode 1985-2000 met de daadwerkelijke meetuitkomsten van deze monitoring.

Onderstaande toelichting berust met name op **paragraaf 4.8** van het WL-rapport [**ref. 6.1**] en bevat een selectie van de grafische weergave van de modelberekeningen.

Buitendelta

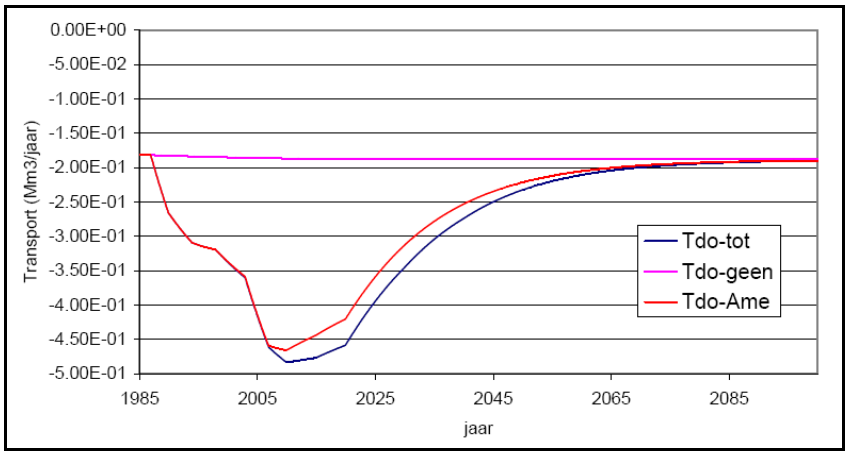
De beide buitendelta's worden vrijwel niet door de nieuwe velden beïnvloed. De afname van het buitendelta volume is vooral een gevolg van de Amelandwinning. De bodemdaling zal rond 2055 volledig zijn gecompenseerd door sedimentatie. Het effect van de nieuwe gaswinning op de buitendelta van het Pinkegat is slechts marginaal.

Kustzone

De extra zandvraag (**zie ook 6.2.6**) van de kust en het aangrenzende zeegebied door bodemdaling wordt gegeven in **figuur 6.1**. De zandvraag van het kombergingsgebied bestaande uit platen, geulen en buitendelta door een zeespiegelstijging van 1,8 mm per jaar, bedraagt 0,19 miljoen m^3. Daar moet voor de volledigheid het zandtekort dat ontstaat door zeespiegelstijging van het omringende gebied, bestaande uit het strand tot de –20 meterlijn bij opgeteld worden. Die hoeveelheid bedraagt naar schatting 300.000 m^3 per jaar. Voor het regulier bijhouden van zeespiegelstijging van de kust van het oostelijke deel van Ameland en het Pinkegat is dus ongeveer 500.000 m^3 zand per jaar nodig.

Door de bodemdaling van de Amelandwinning neemt de zandvraag toe met maximaal 0,27 miljoen m^3 per jaar rond 2010. Door de bodemdaling van de nieuwe velden zal de sediment-export naar het Pinkegat met maximaal 0,02 miljoen m^3 extra per jaar toenemen. Het maximum wordt bereikt rond 2010. De gemiddelde zandvraag tussen 2006 en 2015 bedraagt rond de 460.000 m^3 per jaar, exclusief de hoeveelheid die nodig is voor de kustzone zelf.

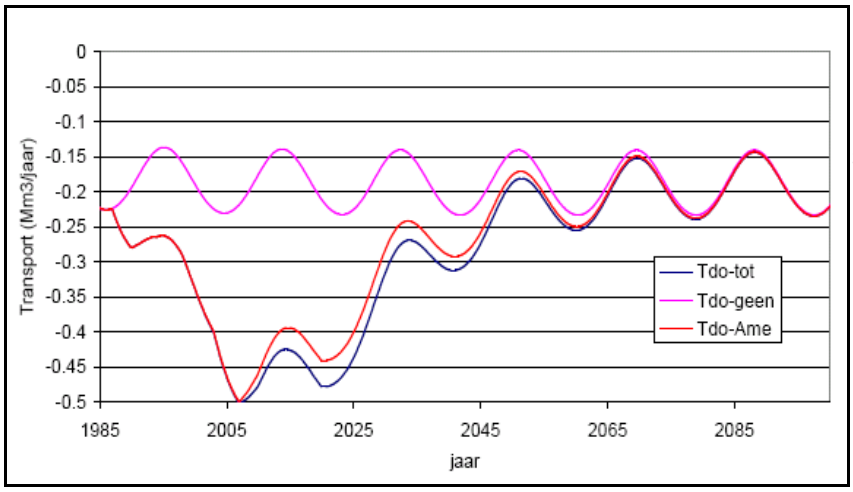
Omdat de Amelandwinning voorafgaat aan de winning van de nieuwe velden veroorzaakt de bodemdaling van de nieuwe velden eerder een verlenging dan een vergroting van de zandvraag. De invloed van de nieuwe velden is erg klein. Omstreeks 2065 is een nieuw evenwicht bereikt en daalt de zandvraag naar een niveau dat in evenwicht is met de dan optredende zeespiegelstijging.



Figuur 6.1 Nevenstaand figuur laat zien de zandvraag (T) die optreed voor de kust van Ameland (KM 10 tot KM 25) tengevolge van zeespiegelstijging en bodemdaling (zonder 18,6-jarige cyclus).

De "roze" lijn geeft aan het niveau van de jaarlijkse zandvraag door zeespiegelrijzing van 2 mm per jaar. De hoeveelheid bedraagt ca. 190.000 m^3 per jaar en is exclusief de zandvraag van de kustzone zelf.
De "rode" lijn laat zien de zandvraag die gegenereerd wordt de bodemdaling van de gaswinning op Ameland. De zandvraag wordt substantieel vanaf 1994 en bereikt een maximum in 2005. Daarna neemt de zandvraag geleidelijk af en komt omstreeks 2065 in evenwicht met de zeespiegelrijzing.
De "blauwe" lijn geeft aan de relatieve toename van de zandvraag ten gevolge van de nieuwe gaswinning. Het belangrijkste effect is een vertraging van de vermindering van de zandvraag en minder de geringe toename.

De verfijning die aangebracht kan worden op de bovenstaande modelberekening is om rekening te houden met de natuurlijke getijcyclus van 18,6 jaar. Dit levert een meer realistische beeld. Deze cyclus heeft tot gevolg dat de zandvraag een cyclisch verloop krijgt met een periodiciteit van 18,6 jaar waarbij jaren van toenemende vraag afwisselen met jaren van afnemende vraag. Dat is goed te zien in **figuur 6.2** (roze lijn). Het effect van de bodemdaling op de zandvraag krijgt daardoor ook een cyclisch karakter.
Het effect op de zandvraag die door de bodemdaling van Ameland wordt gegenereerd, wordt door deze cyclus min of meer van nature gedempt tot 1995 en bereikt – maar daarna versterkt – een maximum van 500.000 m^3 in 2006. Het relevante handhavingsbeleid van de kustlijn wordt met name toegepast op het gebied tussen kilometerpaal 10 en 20. Een zandvraag die van invloed kan zijn op suppleties voor instandhouding van dit deel van de kust van Ameland is volgens deze berekening ontstaan in de afgelopen 10 jaar aan de oostpunt van Ameland. Een belangrijke vraag is of, en zo ja hoe lang het vervolgens duurt voordat deze extra zandvraag merkbaar wordt voor de kust van Ameland tussen kilometerpaal 10 en 20 waar de basiskustlijn wordt gehandhaafd. Gezien de kennis die inmiddels is opgebouwd over het gedrag van de zandhaak aan de westpunt van Ameland, moet gedacht worden aan vele tot tientallen jaren. Het feit dat een toename van de zandvraag voor de kust van Ameland nog niet merkbaar is tot op heden is hiermee in overeenstemming. Na 2006 neemt de zandvraag cyclisch af tot omstreeks 2065. De zandvraag blijft schommelen rond de 190.000 m^3 per jaar.
De nieuwe velden veroorzaken een relatieve toename van de zandvraag. Het netto-effect is dat de totale zandvraag weliswaar afneemt na 2006 maar enigszins hoger blijft dan in de situatie zonder de nieuwe winning.

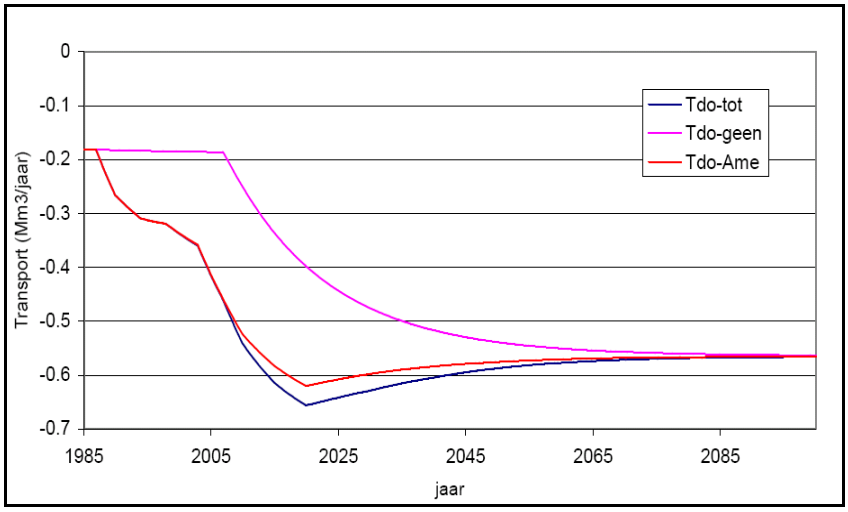


Figuur 6.2 Nevenstaand figuur laat zien de zandvraag die optreed voor de kust van Ameland (KM 10 tot KM 25) tengevolge van zeespiegelstijging en bodemdaling (met 18,6-jarige cyclus).

De "roze" lijn geeft aan het niveau van de jaarlijkse zandvraag door zeespiegelrijzing van 2 mm per jaar en is exclusief de zandvraag van de kustzone zelf. De "rode" lijn laat zien de zandvraag die gegenereerd wordt de bodemdaling van de gaswinning op Ameland. De zandvraag bereikt een maximum in 2005. De "blauwe" lijn geeft aan de relatieve toename van de zandvraag ten gevolge van de nieuwe gaswinning. Nadat de zandvraag van Ameland een kentering heeft bereikt neemt de zandvraag cyclisch steeds verder af.

Om een oplossing te vinden op de vraag wat het gevolg is een versnelde zeespiegelstijging is het effect doorgerekend van een plotselinge zeespiegelstijging naar een niveau van 6 mm per jaar te beginnen in 2007. Dit is een onrealistisch scenario onmiddellijk beginnend in het startjaar van de nieuwe winning. In de eerste plaats heeft dit gevolgen voor het strand en de kustzone. Om de verdieping van het strand en versteiling van de vooroever te voorkomen zou globaal voor de oostzijde van Ameland een hoeveelheid tussen 750.000 en 900.000 m^3 per jaar aan zandhonger ontstaan. Vervolgens gaat het waddensysteem naar een nieuwe evenwichtsituatie. Hierbij neemt de zandvraag van de komberging door de hogere zeespiegelstijgingsnelheid geleidelijk toe van 190.000 m^3 per jaar in 2007 tot circa 560.000 m^3 per jaar omstreeks 2065 (**figuur 6.3)**

De winning van Ameland en van de nieuwe velden verandert niet zozeer de eindvraag, als wel het moment waarop die zandvraag wordt bereikt. De maximale zandvraag wordt bereikt omstreeks 2020 en bedraagt dan iets meer dan 600.000 m^3 per jaar en neemt vervolgens geleidelijk af tot een evenwichtsituatie is benaderd rond 2065.

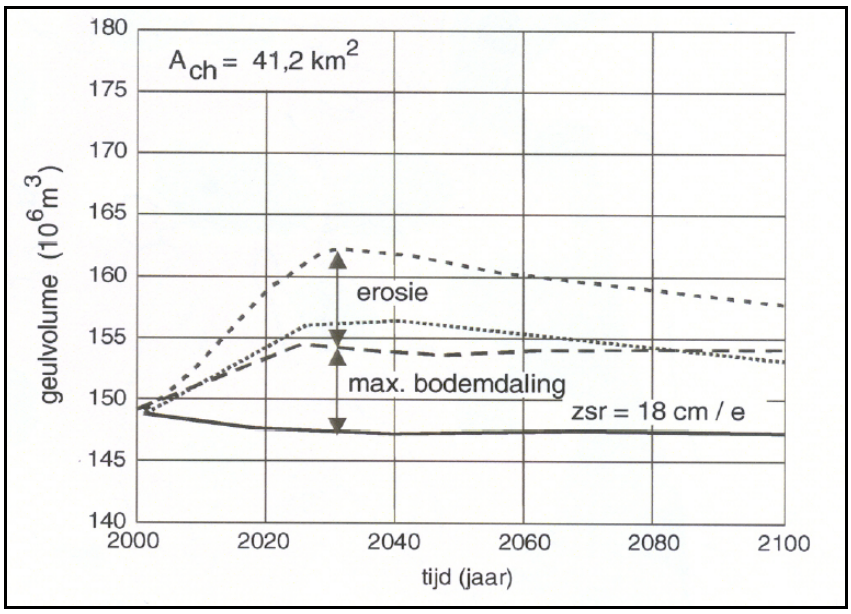


Figuur 6.3 Nevenstaand figuur laat zien de zandvraag die optreed voor de kust van Ameland (KM 10 tot KM 25) tengevolge van versnelde zeespiegelstijging (6 mm per jaar vanaf 2007) en bodemdaling.

De "roze" lijn geeft aan het niveau van de jaarlijkse zandvraag door zeespiegelrijzing van 2 mm per jaar tot 2007 en 6 mm per jaar vanaf 2007 en is exclusief de zandbehoefte van het strand en de kustzone zelf. De "rode" lijn laat zien de zandvraag die gegenereerd wordt de bodemdaling van de gaswinning op Ameland. De zandvraag door Ameland bereikt een maximum omstreeks 2015. De "blauwe" lijn geeft aan de extra toename van de zandvraag ten gevolge van de nieuwe gaswinning. Het maximum valt ook omstreeks 2015 en de zandvraag neemt toe 30.000 m^3 per jaar. Nadat de zandvraag van Ameland een kentering heeft bereikt neemt de zandvraag cyclisch steeds verder af. De gemiddelde totale zandvraag (inclusief strand en kustzone) schommelt vanaf 2050 rond de 490.000 m^3 per jaar

Geulen

Geulen worden breder en dieper door bodemdaling of zeespiegelstijging. Figuur 6.4 [4.4 WL] toont dat in de eerste fase van de Amelandwinning het geulvolume iets meer toenam dan het volume van de bodemdaling. Naast de bodemdaling in de geulen trad er initieel dus ook enige erosie op. De jaarlijkse toename van het geulvolume door bodemdaling en erosie blijkt maximaal ongeveer 10% van de toename veroorzaakt door zeespiegelstijging (1.8mm /jr scenario).

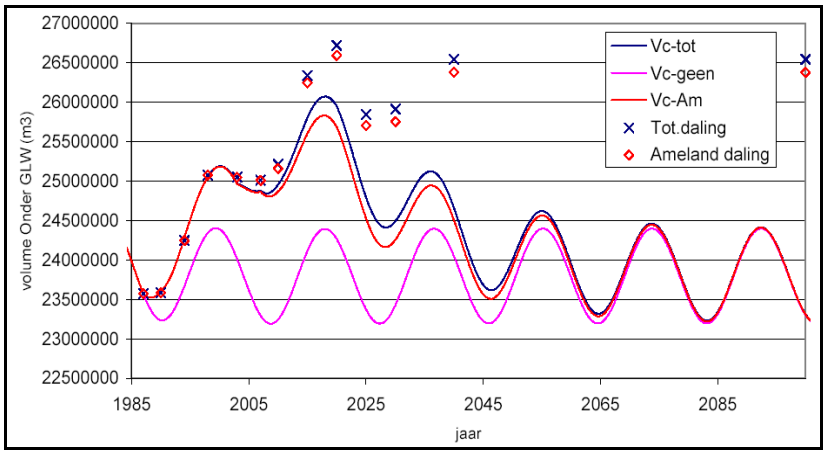


Figuur 6.4 Verandering van geulvolume ten gevolge van bodemdaling.

Op de horizontale as staat het geulvolume. Bij een zeespiegelstijging van 1,8 mm per jaar is het geulvolume ongeveer 148 miljoen m^3. Er zijn 2 reacties van het systeem. Ten gevolge van bodemdaling daalt de geulbodem en wordt de geuldieper. Door de daling van de platen neemt de stroomsnelheid toe bij ieder tijwisseling en hierdoor schuurt de geul uit. De geul wordt hierdoor dieper en breder.

In figuur 6.5 is de dynamische 18.6 jaar cyclus beschouwd. Hieruit blijkt dat de jaarlijkse variaties in verhouding tot figuur 6.4 een wezenlijke rol spelen. Uit figuur 6.5 blijkt dat sinds ongeveer 2000 de erosie in de geul is omgeslagen in sedimentatie en groeit het geulvolume langzamer dan de bodemdaling. Het maximum aan bodemdaling als gevolg van de gaswinning op Ameland zou worden bereikt rond 2010. Als gevolg van de winning in de nieuwe velden loopt dit maximum iets verder op voordat herstel intreedt en wordt herstel pas in 2015 bereikt. Bij de huidige zeespiegelstijging wordt volledig herstel van de bodemdaling door sedimentatie bereikt rond 2100. De maximum geulverruiming door bodemdaling ligt in de orde van grootte van 70% van de voorspelde bodemdaling door gaswinning. Ook bij de geulen geldt dat de verruiming door bodemdaling dezelfde orde van grootte heeft als de natuurlijke fluctuaties als gevolg van de 18,6-jarige cyclus.

De geulverruiming wordt ten dele veroorzaakt door een areaalvergroting en ten dele door verdieping. Het totale oppervlak van de komberging, bestaande uit platen en geulen, blijft constant in de tijd. Dit betekent dat verlies van plaatareaal automatisch een toename van geulareaal van dezelfde grootte tot gevolg heeft. Onder invloed van de 18,6-jarige cyclus krijgt het geulvolume een cyclisch verloop. Figuur 6.5 schetst een meer realistisch beeld waarin geulen geleidelijk verdiepen en verondiepen rond een volume van 23.800.000 m^3. Weergegeven is het verloop van het geulvolume (beneden laagwater) in de tijd. De zeespiegelstiging is constant 1,8 mm per jaar.



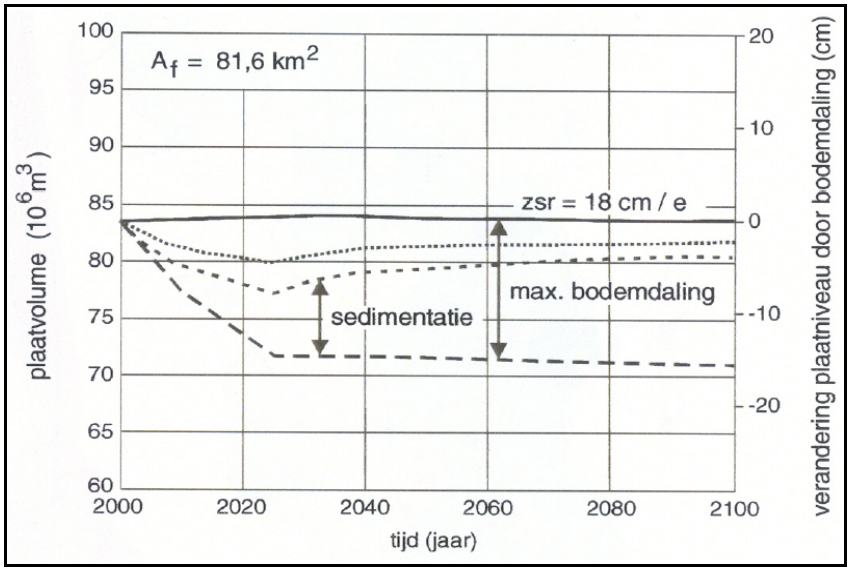
Figuur 6.5 De ontwikkeling van het geulvolume in de tijd (onder invloed van de 18,6-jarige cyclus).

De bodemdaling van Ameland leidt tot 2005 tot snelle vergroting van het geulvolume door de daling van de geulen en het transport van zand naar de platen. De cyclische verondieping wordt voorspeld niet op te treden en na 2007 treedt een tweede periode van verdieping en verbreding op. De geulen bereiken hun maximale volume rond 2015. De invloed van de nieuwe gaswinning is dan eveneens maximaal. Na 2015 neemt het geulvolume cyclisch af en blijft schommelen rond een evenwichtswaarde van ongeveer 23,8 miljoen m³. In kruisjes en ruitjes zijn ter vergelijking de waarden aangegeven zonder herstel door sedimentatie in de geulen.

Platen

Centraal in de effectvoorspelling staat de ontwikkeling van het plaatareaal. Dat geldt voor zowel de ontwikkeling ten gevolge van de bodemdaling van Ameland als van de nieuwe winning. De bodemdaling van Ameland is namelijk gevolgd door middel van een intensief monitoringprogramma. De huidige berekeningsuitkomsten kunnen voor de periode 1985 tot 2005 daardoor direct in verband gebracht worden met de werkelijke waarnemingen in het veld.

Figuur 6.6 laat zien dat op de platen reeds vanaf het begin van de gaswinning compensatie van de bodemdaling optreedt door sedimentatie. Ook is duidelijk dat de invloed van de nieuwe velden hier groter is dan in de geulen en op de buitendelta.



Figuur 6.6 Compensatie van bodemdaling door sedimentatie bij een constante zeespiegelstijging van 1,8 mm per jaar.

De werkelijke bodemdaling bedraagt nooit meer dan 40% van de voorspelde bodemdaling.

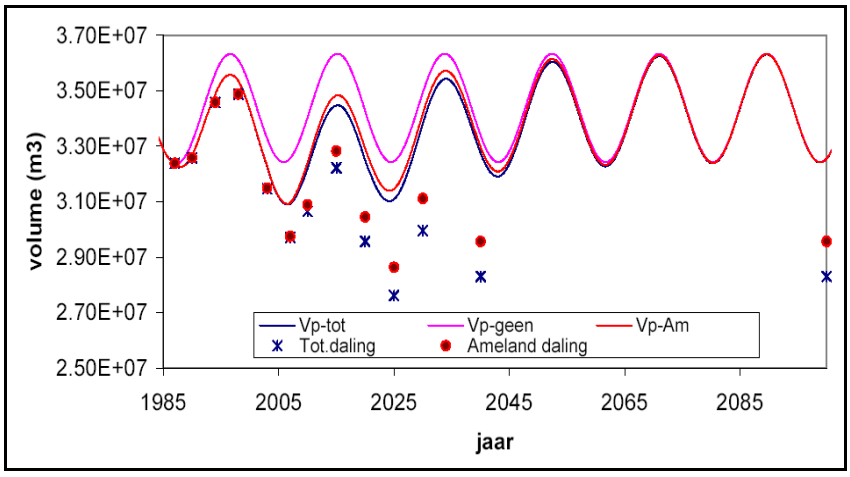
Als gevolg van de automatisch optredende compensatie door sedimentatie wordt de uiteindelijke maximum daling van de platen niet meer dan circa 40% van de voorspelde bodemdaling door gaswinning. De feitelijke maximum verlaging van de platen in de kom van het Pinkegat zal dan gemiddeld 4,9 cm bedragen van een gemiddeld plaatniveau op 90,5 cm boven GLW. Hiervan is 0,5 cm (10%) toe te schrijven aan de gaswinning uit de nieuwe velden.

Met het model is berekend dat zonder de 18,6-jarige cyclus door de Amelandwinning de bodemdaling een maximaal verlies van plaatareaal van 0,53 km^2 heeft veroorzaakt in 2005. Als de nieuwe gasvelden in productie worden genomen (vanaf 2007) zal het maximale verlies verder oplopen tot 0,57 km^2 dat dan rond 2010 wordt bereikt. De maximale afname van plaatareaal door alleen de nieuwe velden is ongeveer 0,095 km^2 en wordt rond 2020 bereikt.

In onderstaande simulatie is de reactie van het plaatvolume weergegeven onder invloed van de 18,6-jarige cyclus en bodemdaling in de tijd. Veranderingen in het “plaatvolume” vertalen zich voor 75% in de hoogteligging en voor 25% in de omvang. De getrokken lijnen geven weer het verloop met gelijktijdige sedimentatie. De punten geven het volume zonder sedimentatie.

Het plaatvolume vertoond de kenmerkende cyclische variatie in de tijd. De bodemdaling van Ameland volgt dit patroon. De afname van het plaatvolume door de bodemdaling van Ameland neemt toe tot ongeveer 1%. Na 2004 neemt de compenserende sedimentatie toe. Het laagste gemiddelde plaatniveau wordt in 2006/2007 bereikt. Het plaatvolume is dan circa 3% kleiner dan het zou zijn zonder bodemdaling, waarna geleidelijk weer herstel optreedt. Het plaatvolume gaat daarbij snel omhoog door een gunstig samenvallen met de 18,6 jarige cyclus.
Het cumulatieve effect van de winning uit de nieuwe velden is dus niet een verdere gemiddelde verlaging van de wadplaten, maar een vertraging van de verhoging die door herstel daarvan gaat optreden. De grootste cumulatieve en ecologisch relevante invloed van de nieuwe velden vindt plaats omstreeks 2023.

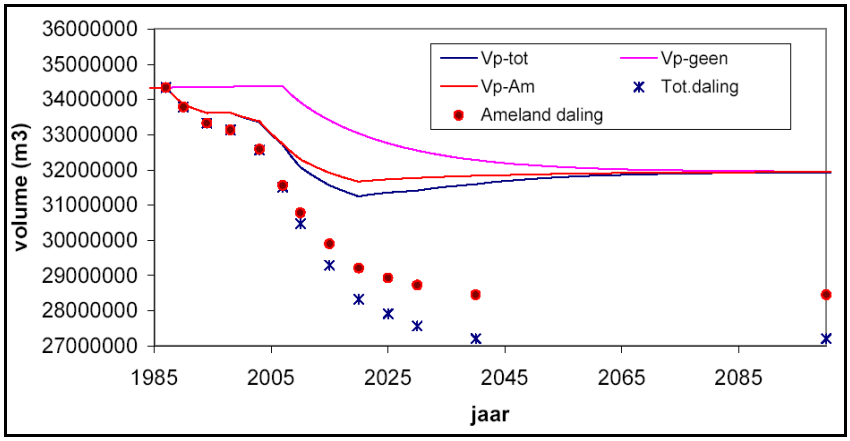
Volledig herstel van de bodemdaling wordt bereikt rond 2085. De 18,6-jarige cyclus veroorzaakt een fluctuatie van het plaatvolume die veel groter is dan het plaatverlies door de bodemdalingen.



Figuur 6.7 De ontwikkeling van het plaatvolume(Vp) in de tijd (onder invloed van de 18,6-jarige cyclus).

De 18,6-jarige cyclus veroorzaakt een variatie in plaatvolume in de orde van 10%. De invloed van de bodemdaling van Ameland is met name relevant in de periode 2003 tot 2008. Het plaatvolume is dan met circa 3% extra verlaagd tot 31 miljoen m^3. Na 2006 treedt geleidelijk herstel op. Rond 2023 is het plaatvolume wederom minimaal, maar hoger dan in 2006. Na 2035 is vrijwel volledig herstel opgetreden en blijft het plaatvolume schommelen rond een evenwichtswaarde van ongeveer 34 miljoen m^3. In kruisjes en ruitjes zijn ter vergelijking de waarden aangegeven zonder herstel door sedimentatie in de geulen.

De resultaten van het modelonderzoek naar het effect van een versnelde zeespiegelstijging op de ontwikkeling van het plaatvolume zijn weergegeven in onderstaande figuur. Het is interessant te moeten constateren dat een nieuw evenwicht omstreeks 2065 minder dan 10% lager is vergeleken met het huidige volume. Dit is in overeenstemming met het uitgangspunt dat de platen in het Pinkegat min of meer intact blijven bij 6 mm zeestijging per jaar. Het effect van een versnelde zeespiegelstijging is vooral dat de bodemdaling zo groot is dat de nieuwe evenwichtswaarde schijnbaar bijna 40 jaar eerder wordt bereikt. De nieuwe winning veroorzaakt een geringe extra verkleining van het plaatvolume.



Figuur 6.8 De ontwikkeling van het plaatvolume (Vp) in de tijd (onder invloed van versnelde zeespiegelstijging).

De versnelde zeespiegelstijging leidt tot een geringe verkleining van het plaatvolume in de orde van 10%. De omvang en snelheid van de bodemdaling is toevalligerwijze zodanig dat schijnbaar het nieuwe evenwicht 40 jaar eerder wordt bereikt. Ten opzichte van de autonome ontwikkeling (zeespiegelstijging en de bodemdaling van Ameland) leidt de nieuwe winning tot een geringe (10% extra) tijdelijke verkleining van het plaatvolume. In kruisjes en ruitjes zijn ter vergelijking de waarden aangegeven zonder herstel door sedimentatie in de geulen.

Samenvattende conclusies Pinkegat

1. De huidige zeespiegelstijging van 1,8 mm/jr leidt in de Waddenzee (geulen, platen en buitendelta) tot een continue zandvraag van gemiddeld 190.000 m^3 per jaar. Dit is exclusief de hoeveelheid die toegerekend kan worden aan het instandhouden van de kust en het strand tot circa kilometerpaal 10. Die hoeveelheid is het product van de zeespiegelstijging en het strand en zeeoppervlak tot een diepte van 20 meter en bedraagt globaal 300.000 m^3 per jaar extra. Om de kust en Waddenzee “in stand te houden” is dus per jaar circa 500.000 m^3 zand nodig.
2. Ook bodemdaling genereert een zandvraag. De grootte van de zandvraag wordt bepaald door de inhoud van de bodemdalingsschotel. Uit de verschillende berekeningswijzen blijkt dat in 10-15 jaar 50% herstel optreedt. Het effect van gaswinning is daardoor nooit meer dan 50% van het berekende effect. Na een periode van 40-80 jaar is de zandvraag geheel vervloeid in de achtergrond. Transportsnelheden van zand langs de kust zijn niet onderzocht, maar liggen in de orde van tientallen jaren.
3. Het effect van bodemdaling is onderzocht in verschillende scenario’s. Het meest realistische en meest geavanceerde scenario (best beschikbare kennis) is dat met betrekking tot 1,8 mm zeespiegelstijging per jaar en met inbegrip van de zogeheten 18,6-jarige cyclus. Deze cyclus veroorzaakt een variatie in plaatvolume van 10% (plaatvolume= plaathoogte x oppervlakte) en daardoor een afname van 7,5% in plaathoogte en 2,5% in oppervlak.
4. Amelandwinning. Het belangrijkste effect bestaat uit een tijdelijke bijdrage aan de zandvraag, een gemiddelde verlaging van het plaatvolume en een verdieping en verbreding van geulen. In omvang is dat circa 3% van het plaatvolume en dus minder dan de natuurlijke variatie. De 18,6-jarige cyclus domineert dus het beeld. Het plaatvolume is het kleinst rond 2005, daarna neemt het plaatvolume met de cyclus van 18,6 jaar weer toe.
5. De nieuwe winning en de winning van Anjum. De omvang van de bodemdaling is maar 10% van die van de Amelandwinning. De invloed is het grootst omstreeks 2023; het plaatvolume is dan echter niet kleiner dan in 2005. De bijdrage van de nieuwe winning aan de reeds autonoom verlopende processen is niet significant.
6. Versnelde zeespiegelstijging. Het effect van de bodemdaling van Ameland in een situatie met plotseling versnelde zeespiegelstijging is een schijnbare verkorting van de tijd waarin het nieuwe evenwicht wordt bereikt. Het effect van de nieuwe winning is hierin sterk ondergeschikt, maar leidt wel tot een tijdelijke verkleining van het plaatvolume.

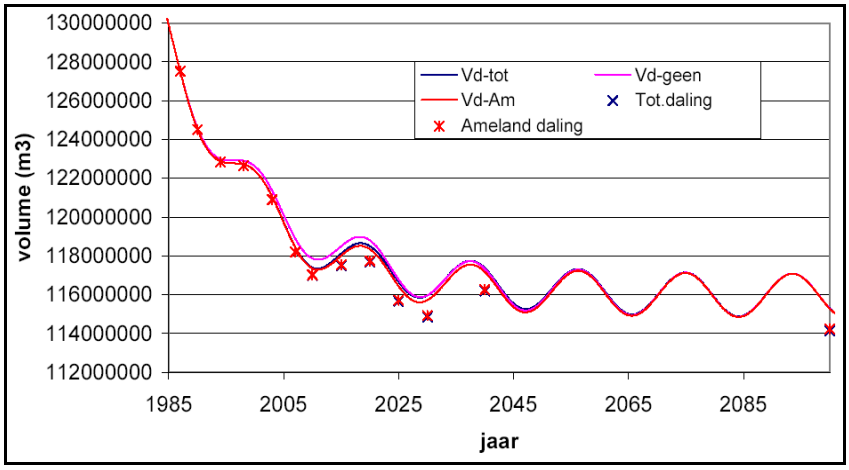
6.2.3 Zoutkamperlaag

In aanvulling op hoofdstuk 3 is een woord van geleiding hier op haar plaats. Door de grote invloed van de afsluiting van de Lauwerszee is voor de kust en het wad van Schiermonnikoog namelijk sinds 1969 een heel bijzondere situatie ontstaan. De geulen

waren danwel te diep en te wijd, maar in de voordelta waren plotseling grote voorraden zand vrijgekomen en beschikbaar. Dit zand heeft de afgelopen jaren gediend om de geulen te vullen tot een niveau dat past bij een afgesloten Lauwerszee (het huidige Lauwersmeer) en om de zandhonger te stillen van de voortgaande zeespiegelstijging. Terwijl de overige waddeneilanden voortdurend zand tekort kwamen en worstelden met suppletieprogramma's, had Schiermonnikoog zand te over. Uit onderstaande modeluitkomsten blijkt echter dat aan die weelde inmiddels een einde is gekomen. De eerste tekenen daarvan zijn wellicht op het wad al merkbaar. De komende decennia zullen daarmee in het licht van verschraling en suppleties komen te staan. Schiermonnikoog gaat dus terug naar de situatie van vóór 1969 toen erosie en kustafslag tot de normale cycli behoorden. Het effect van de nieuwe winning moet gezien worden in het licht van de autonome ontwikkeling naar de nieuwe evenwichtssituatie. De onderstaande toelichting berust in belangrijke mate op **paragraaf 4.9** van het WL-rapport.

Buitendelta

De buitendelta van de Zoutkamperlaag is na de afsluiting van 1969 veel te groot en convergeert naar het nieuwe evenwicht dat omstreeks 2045 wordt bereikt. Het effect van de bodemdaling door gaswinning is dat deze buitendelta sneller naar zijn nieuwe evenwicht convergeert. De maximale volumeverandering van de delta door gaswinning is ongeveer 0,5 miljoen m^3, een kleine fractie van het totale volume van circa 120 miljoen m^3. Vergeleken met de fluctuatie van het buitendeltavolume door bijvoorbeeld de 18,6-jarige cyclische variatie van het getij (**figuur 6.9**) is de maximale afname veel kleiner dan die fluctuatie. In de praktijk zal de afname dus niet te meten zijn. Volledige compensatie wordt bereikt rond 2060.

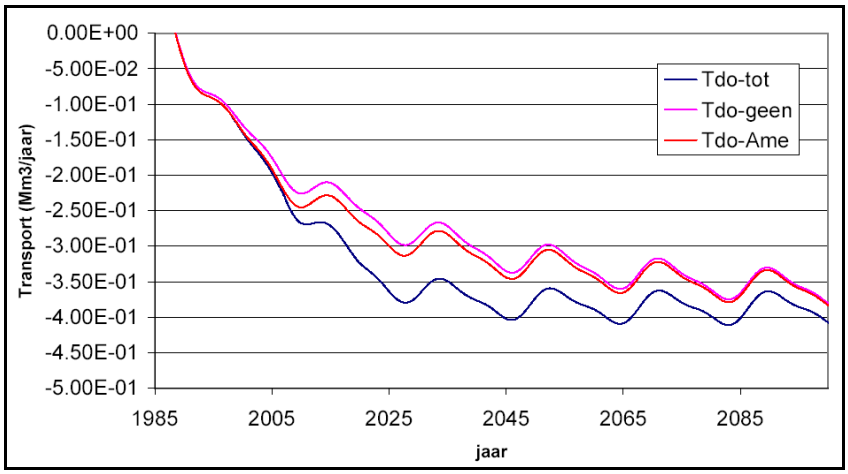


Figuur 6.9 De ontwikkeling van het buitendeltavolume (Vd) van de Zoutkamperlaag in de tijd (onder invloed van de 18,6-jarige cyclus).

De buitendelta neemt af (vanaf 1969) totdat omstreeks 2045 een situatie wordt bereikt waarbij het volume cyclisch varieert die past bij de afsluiting. Ameland en de nieuwe winning versnellen dit proces. Het effect is verwaarloosbaar. In kruisjes en ruitjes zijn ter vergelijking enkele concrete waarden aangegeven zonder sedimentatie.

Kustzone

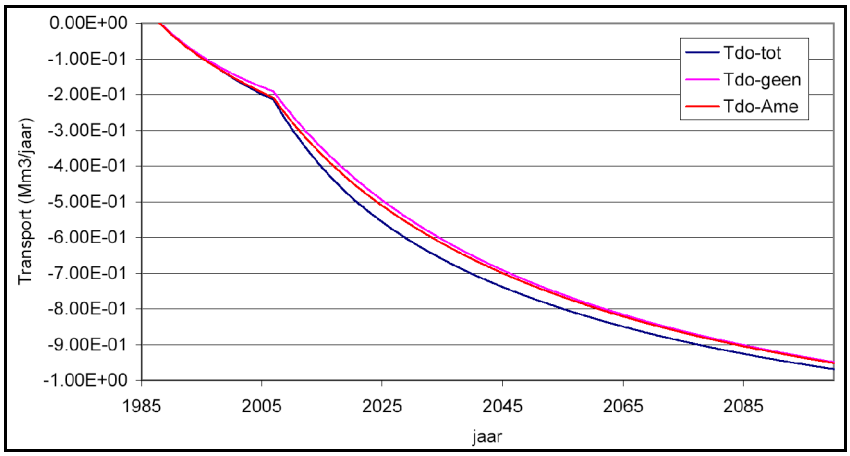
Tot omstreeks 1990 is er in de voordelta nog een overmaat aan zand aanwezig. Hierna ontstaat een steeds sterker wordende zandvraag die wordt gedreven door zeespiegelstijging. Omstreeks 2085 wordt de nieuwe evenwichtssituatie benaderd en schommelt de zandvraag rond 390.000 m^3 per jaar. Dit bedrag is exclusief de zandvraag van de kust zelf en van het strand als dat op de huidige breedte gehandhaafd zou moeten worden. De extra zandvraag die dit veroorzaakt is een veelvoud van bovengenoemde waarde. Door de bodemdaling van alle velden samen zal het sedimentimport naar de Zoutkamperlaag met maximaal 65.000 m^3 per jaar toenemen. Dit maximum wordt bereikt rond 2025. Door de bodemdaling van alleen de Amelandwinning is de toename maximaal ongeveer 0,02 miljoen m^3 per jaar rond 2010. De bodemdaling door alleen de nieuwe gasvelden veroorzaakt een maximale toename van 0,05 miljoen m^3 per jaar, die pas rond 2030 optreedt. De invloed van zowel de nieuwe velden als van de Amelandwinning is erg klein.



Figuur 6.10 De ontwikkeling van de zandvraag (T) van de Zoutkamperlaag in de tijd (onder invloed van de 18,6-jarige cyclus).

Vanaf 1990 ontstaat een zandvraag ten gevolge van uitputting van het overschot van de buitendelta. De zandvraag neemt sterk toe tot 2005 en stijgt vervolgens cyclisch en geleidelijk tot een evenwichtswaarde die schommelt rond 390.000 m^3 per jaar en bereikt wordt omstreeks 2085. De bijdrage van de nieuwe velden bedraagt ongeveer 65.000 m^3 per jaar in de periode 2010-2050 en neemt vervolgens geleidelijk af. Een evenwicht wordt pas in de volgende eeuw bereikt. Het belangrijkste effect is dat de evenwichtssituatie in zandvraag reeds omstreeks 2045 wordt bereikt.

De Zoutkamperlaag is een groter kombergingsgebied dan het Pinkegat en de natuurgrenswaarde is door de Universiteit Utrecht geschat op 5 mm per jaar. Om die reden is het interessant het effect van 6 mm zeespiegelstijging goed in beeld te brengen. Uit onderstaande modeluitkomsten blijkt dat een versnelde zeespiegelstijging leidt tot een sterk toenemende zandvraag die blijft stijgen tot de volgende eeuw. De bijdrage van de nieuwe gaswinning is marginaal. De orde van grootte is 40.000 m^3 per jaar in de periode 2010-2110.



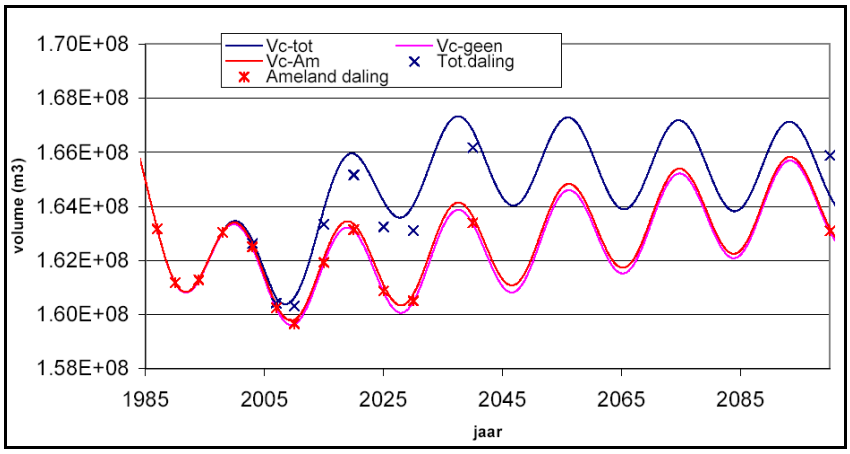
Figuur 6.11 De ontwikkeling van de zandvraag (T) van de Zoutkamperlaag in de tijd (onder invloed van versnelde zeespiegelstijging).

Vanaf 1990 ontstaat een zandvraag ten gevolge van uitputting van het overschot van de buitendelta. De zandvraag neemt onder invloed van een versnelde zeespiegelstijging sterk toe waarbij de zandvraag zal stijgen tot meer dan 1 miljoen m^3 per jaar in de volgende eeuw. De nieuwe winning leidt tot een theoretisch goed te kwantificeren, maar verwaarloosbare bijdrage.

Geulen

Figuur 6.12 toont dat de Amelandwinning nauwelijks invloed heeft op het geulvolume in de kom van de Zoutkamperlaag. Duidelijke effecten ontstaan pas door gaswinning uit de nieuwe velden. Initieel neemt dan het geulvolume meer toe dan het bodemdalingsvolume. Naast de bodemdaling in de geulen treedt er initieel ook hier erosie op. Omstreeks 2060 zal de erosie in de geul omslaan in sedimentatie en zal het geulvolume langzamer groeien dan de bodemdaling. Het maximum effect als gevolg van de gaswinning zou worden bereikt rond 2030. Bij de huidige zeespiegelstijging wordt volledig herstel van de bodemdaling door sedimentatie pas bereikt na 2100. De maximum geulverruiming door bodemdaling ligt in de orde van 130% van de voorspelde bodemdaling door gaswinning door de extra erosie. Voor de geulen geldt dat de

verruiming door bodemdaling tussen 2020 en 2045 vrijwel even groot is als de natuurlijke fluctuaties als gevolg van de 18,6-jarige cyclus.

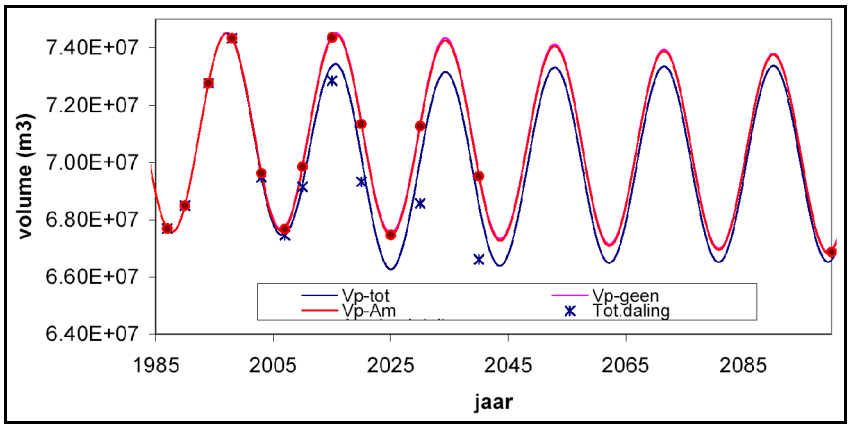


Figuur 6.12 De ontwikkeling van het geulvolume(Vc) in de tijd (onder invloed van de 18,6-jarige cyclus).

De bodemdaling van Ameland is hier nauwelijks in terug te vinden en overlapt geheel met de reactie van het systeem op de afsluiting en zeespiegelrijzing.Het geulvolume bereikt haar minimale omvang omstreeks 2010 en heeft dan een inhoud van iets minder dan 160 miljoen m^3. Vervolgens neemt het geulvolume cyclisch toe en bereikt een maximum rond 2045. Het belangrijkste effect van de nieuwe winning is dat het evenwicht sneller wordt bereikt. In kruisjes en ruitjes zijn ter vergelijking de waarden aangegeven zonder herstel door sedimentatie in de geulen.

Platen

Figuur 6.13 laat zien dat de invloed van de nieuwe velden hier dominant is. Als gevolg van de compensatie door sedimentatie wordt de uiteindelijke maximum daling van de platen niet meer dan circa 44% van de voorspelde bodemdaling door gaswinning. De maximum verlaging van de plaathoogte door gaswinning bedraagt gemiddeld 1,4 cm en wordt in 2025 bereikt. Daarna treedt weer geleidelijk herstel op. Volledig herstel van de bodemdaling wordt pas bereikt na 2100. De 18,6-jarige cyclus veroorzaakt een fluctuatie van het plaatvolume die een factor 5 groter is dan het plaatverlies door bodemdalingen. Het moment waarop de start van de nieuwe gaswinning is voorzien, valt globaal samen met het moment waarop plaatgroei start ten gevolge van de 18,6 jarige cyclus. Ondanks bodemdaling is daardoor de verwachting dat het plaatvolume vanaf 2006-2007 zal gaan toenemen. Het plaatvolume blijft hoger dan in 2005 tot omstreeks 2022. Volgens berekening zijn de platen dan 1,4 cm lager dan ze zouden zijn zonder bodemdaling.



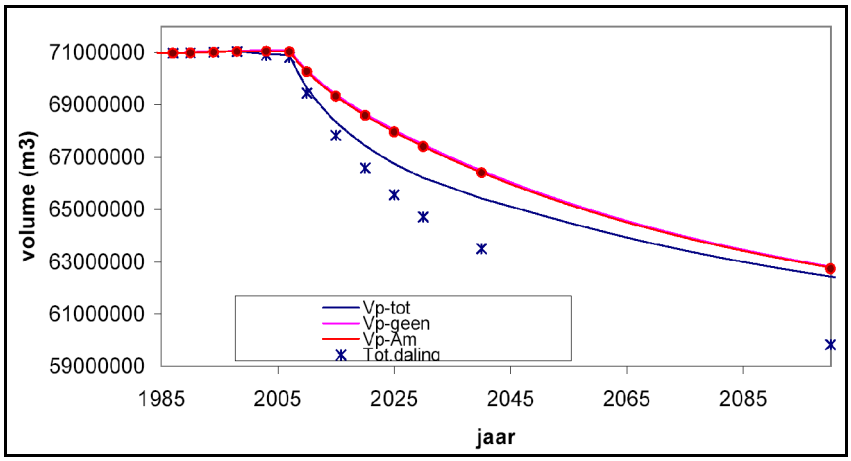
Figuur 6.13 De ontwikkeling van het plaatvolume(Vp) in de tijd (onder invloed van de 18,6-jarige cyclus).

De 18,6-jarige cyclus veroorzaakt een variatie in plaatvolume in de orde van 10%. De invloed van de bodemdaling van Ameland is niet meer terug te vinden. De invloed van de nieuwe velden wordt pas zichtbaar rond 2010 en leidt tot een geringe extra afname van het plaatvolume rond 2023-2028. Het plaatvolume bereikt in die periode een waarde die gedurende cyclus een aantal malen terugkomt en overeenkomt met de autonome ontwikkelingswaarde. In kruisjes en ruitjes zijn ter vergelijking de waarden aangegeven zonder sedimentatie.

Het plaatoppervlak van Zoutkamperlaag is ongeveer 72 km^2. Door de Amelandwinning zal de bodemdaling een maximaal verlies van plaatareaal van circa 0,02 km^2 veroorzaken, dat rond 2020 wordt bereikt. Als de nieuwe gasvelden in productie worden

genomen (vanaf 2007) zal het maximale verlies verder oplopen tot 0,23 km^2. Dit maximum wordt rond 2025 bereikt. De maximale afname van plaatareaal door alleen de nieuwe velden is ongeveer 0,21 km^2 (0,3% van het plaatareaal) en wordt ook rond 2025 bereikt. Het plaatvolume is dan vergelijkbaar met de evenwichtsituatie van de autonome ontwikkeling zoals die bereikt zou worden in de volgende eeuw (zonder versnelde zeespiegelstijging).

Het effect van versnelde zeespiegelstijging (6 mm/jr) is weergegeven in figuur 6.14. De verlaging van het plaatvolume is significant en zet zich voort na 2085. Het effect van de nieuwe velden is een geringe extra verlaging van het plaatvolume. Na 2045 convergeert het volume naar de natuurlijke autonome ontwikkeling en zal ongeveer uitkomen op 60 miljoen m^3 in de volgende eeuw.



Figuur 6.14 De ontwikkeling van het plaatvolume (Vp) in de tijd (onder invloed van versnelde zeespiegelstijging).

De versnelde zeespiegelstijging leidt tot een significante verkleining van het plaatvolume. De bodemdaling door de gaswinning uit de nieuwe velden versnelt dit proces. In kruisjes is ter vergelijking de waarde aangegeven zonder sedimentatie.

Samenvattende conclusies Zoutkamperlaag

1. Het gebied wordt nog steeds sterk beinvloed door de afsluiting van de Lauwerszee (vorming van het Lauwersmeer). Deze afsluiting heeft van 1969 tot omstreeks 1995 gezorgd voor een zandvoorraad. Na 1995 raken die voorraden in de buitendelta uitgeput ontstond een situatie van groeiende zandvraag door de steeds doorgaande zeespiegelstijging.
2. De zandvraag in 2005 bedraagt circa 200.000 m^3. Dit is exclusief de hoeveelheid die toegerekend kan worden aan het instandhouden van de kust en het strand. Die hoeveelheid is het product van de zeespiegelstijging en het strand en zeeoppervlak tot een diepte van 20 meter en bedraagt ruwweg 300.000 m^3 per jaar extra. Op Schiermonnikoog wordt (nog) geen zand gesuppleerd. De huidige zeespiegelstijging leidt uiteindelijk in de Zoutkamperlaag tot een continue zandvraag van gemiddeld 390.000 m^3 per jaar omstreeks het jaar 2085. Totaal is dat bijna 700.000 m^3 per jaar.
3. Ook bodemdaling genereert een zandvraag. Het effect van bodemdaling is onderzocht in verschillende scenario's. Het meest realistische en meest geavanceerde scenario (best beschikbare kennis) is dat met betrekking tot 1,8 mm zeespiegelstijging per jaar en met inbegrip van de zogeheten 18,6-jarige cyclus.
4. Het effect van de bodemdaling van Ameland was beperkt tot de buitendelta en is verwaarloosbaar.
5. De grootte van de zandvraag door de nieuwe winning (inclusief die van Anjum) wordt bepaald door de inhoud van de bodemdalingsschotel en bereikt een maximumwaarde van 65.000 m^3 per jaar in 2025. Het plaatvolume is dan echter niet kleiner dan in 2005. Uit de verschillende berekeningswijzen blijkt dat in 10-15 jaar 50% herstel optreedt. Het effect van gaswinning is daardoor nooit meer dan 50% van het berekende effect. Na een periode van 40-80 jaar is de zandvraag geheel vervloeid in de achtergrond. De zandvraag door bodemdaling is minder dan 10% van de zandvraag die door zeespiegelstijging wordt gegenereerd.
6. De bijdrage van de nieuwe winning aan de reeds autonooom verlopende processen is niet significant.

7. Versnelde zeespiegelstijging. Het effect van een plotseling versnelde zeespiegelstijging is een significante verkleining van het plaatvolume en een zeer sterk gestegen zandbehoefte voor de instandhouding van de kust en platen. De winning van de nieuwe velden versnelt de instelling van een nieuw evenwicht en leidt daarmee tijdelijk tot een geringe extra verkleining van het plaatvolume.

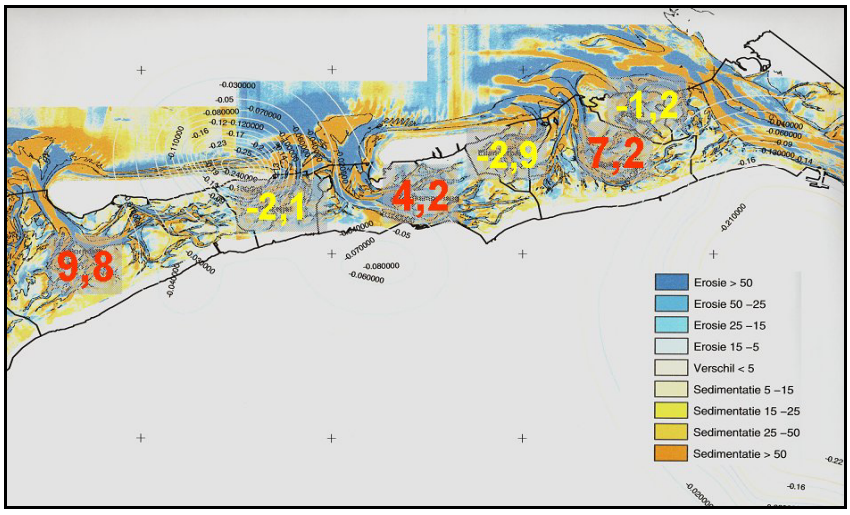
6.2.4 Nadere analyses: vergelijking met monitorgegevens, afzonderlijke invloed Anjumvelden

Alle modellen zijn zo goed mogelijk geijkt en geverifieerd. Toch blijft het van belang na te gaan welke verschillen met de werkelijke wereld een rol spelen en die verschillen zo goed mogelijk inzichtelijk te maken.
Er zijn in feite 3 situaties beschreven:

- Een stabiele situatie met constante zeespiegelstijging.
- Een situatie met geledelijke overgangen veroorzaakt door de 18,6-jarige cyclus.
- Een situatie met een plotselinge overgang, namelijk van 1,8 mm zeespiegelrijzing naar 6 mm zeespiegelrijzing.

In de natuur wisselen situaties elkaar echter af. Met bovenstaande ingrediënten zijn in feite de meest relevante variaties beschreven. De vraag die in deze paragraaf aan de orde komt is of de voorspellingen die met name ten aanzien van Ameland gedaan zijn, bruikbare elementen opleveren om de werkelijke ontwikkelingen te verklaren.

Lodingsgevens
In de eerste plaats is het van belang vast te moeten stellen dat de ontwikkeling van verschillende kombergingsgebieden in het waddengebied parallel verloopt. Dit wordt geïllustreerd door een evaluatie van het RIKZ op basis van de vergelijking van lodingsgegevens uit de jaren 1988-1993 versus de jaren 1989-2004 (figuur 6.15). Het blijkt dan dat voor de grote kombergingsgebieden geldt dat de wadplaten in de laatste periode hoger liggen vergeleken met 10 jaar daarvoor en in de kleine kombergingsgebieden iets lager.
De ontwikkeling in het kombergingsgebied Pinkegat is daarbij niet anders dan in andere kleine kombergingsgebieden. De Zoutkamperlaag is wel minder in hoogte toegenomen als het Borndiep.

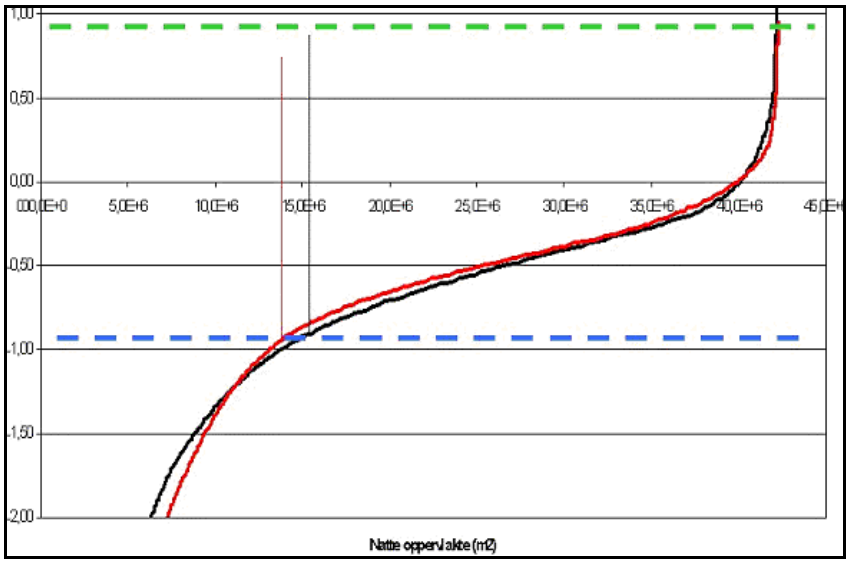


Figuur 6.15 De gemiddelde hoogteligging van wadplaten tussen 1988-1993 (voor de gaswinning op Ameland) en 1989-2004.

De wadplaten in de grote kombergingsgebieden zijn gemiddeld met ruim 5 cm in hoogte gestegen en in de kleine juist iets verlaagd. Het beeld wijkt niet af van dat van de westelijke Waddenzee.

Voor een begrip van het proces dient figuur 6.16. In deze figuur is weergegeven een tweetal situaties voor hetzelfde gebied, waarbij de oppervlakte cumulatief is uitgezet tegen de hoogteligging. De gemiddelde hoogwater- en laagwaterlijn zijn eveneens weergegeven. Uit deze figuur blijkt duidelijk dat verhoging van platen tijdelijk ontstaat

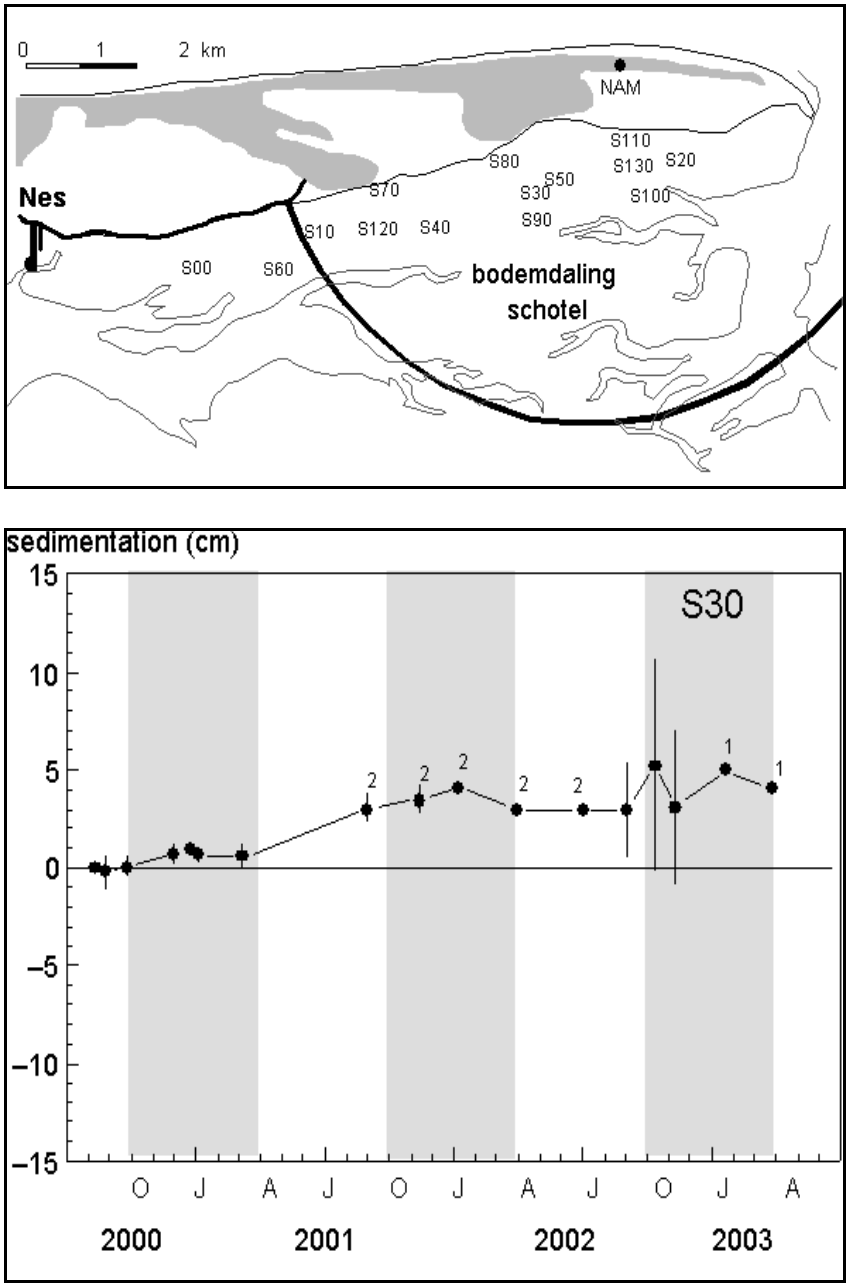
door verbreding en verdieping van de geulen. Het blijkt echter ook dat die verbreding met name plaatsvindt beneden het gemiddeld laagwaterniveau.



Figuur 6.16 Hypsometrische curve van het bodemdalingsgebied. Het gemiddelde plaatniveau is tussen 1988-93 (zwart) en 1998-04 (rood) enigszins omhooggekomen en de geulen zijn wijder en dieper geworden. Tevens is aangegeven het gemiddelde hoog- en laagwaterniveau.

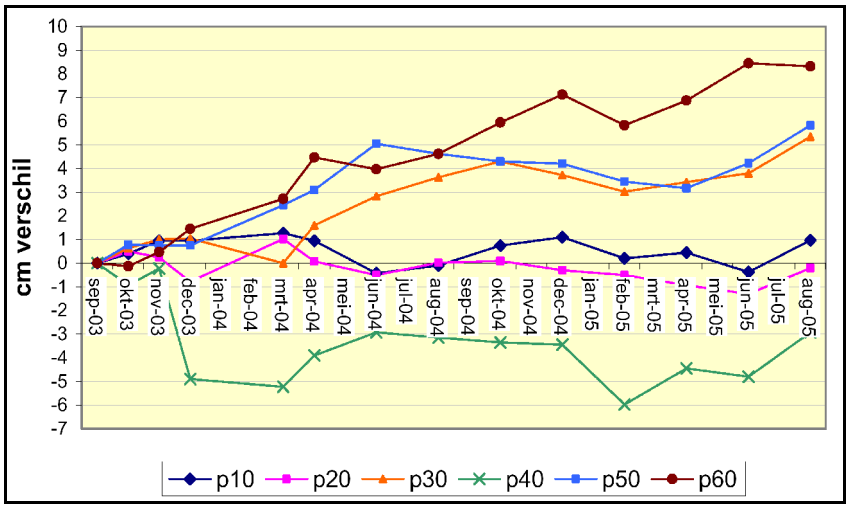
Als we bovenstaande waarnemingen vergelijken met de modeluitkomsten van met name figuur 6.7, dan is die uitkomst daarmee niet in tegenspraak en kan het geringe verschil in hoogteligging goed verklaard worden. De metingen zijn namelijk uitgevoerd vlak nadat de platen een minimum hadden bereikt onder invloed van de 18,6 jarige cyclus, respectievelijk vlak daarvoor.

Een tweede serie metingen die beschikbaar is, zijn de zogeheten spijkermetingen (figuur 6.17 en 6.18). Deze zijn zowel uitgevoerd op de wadplaten ten zuiden van Ameland-Oost, als op de wadplaten ten noorden van de Paezumerlannen. Al deze metingen duiden op een gestage groei of stabilisatie van de hoogteligging van de wadplaten in het Pinkegat in de periode 2000-2005. De groei varieert, met een maximum op één plaats van 5 cm per jaar. De metingen binnen de bodemdalingsschotel van de gaswinning op Ameland tonen een toename van de hoogteligging (sedimentatie) die gemiddeld iets meer is dan de bodemdaling ter plaatse (maximum 1,3 cm per jaar). De metingen bevestigen de grote robuustheid van het systeem en het vermogen tot compensatie van lokale verstoringen zoals bodemdaling. De voorspelde afname van het plaatareaal in termen van hoogteligging wordt echter niet bevestigd.

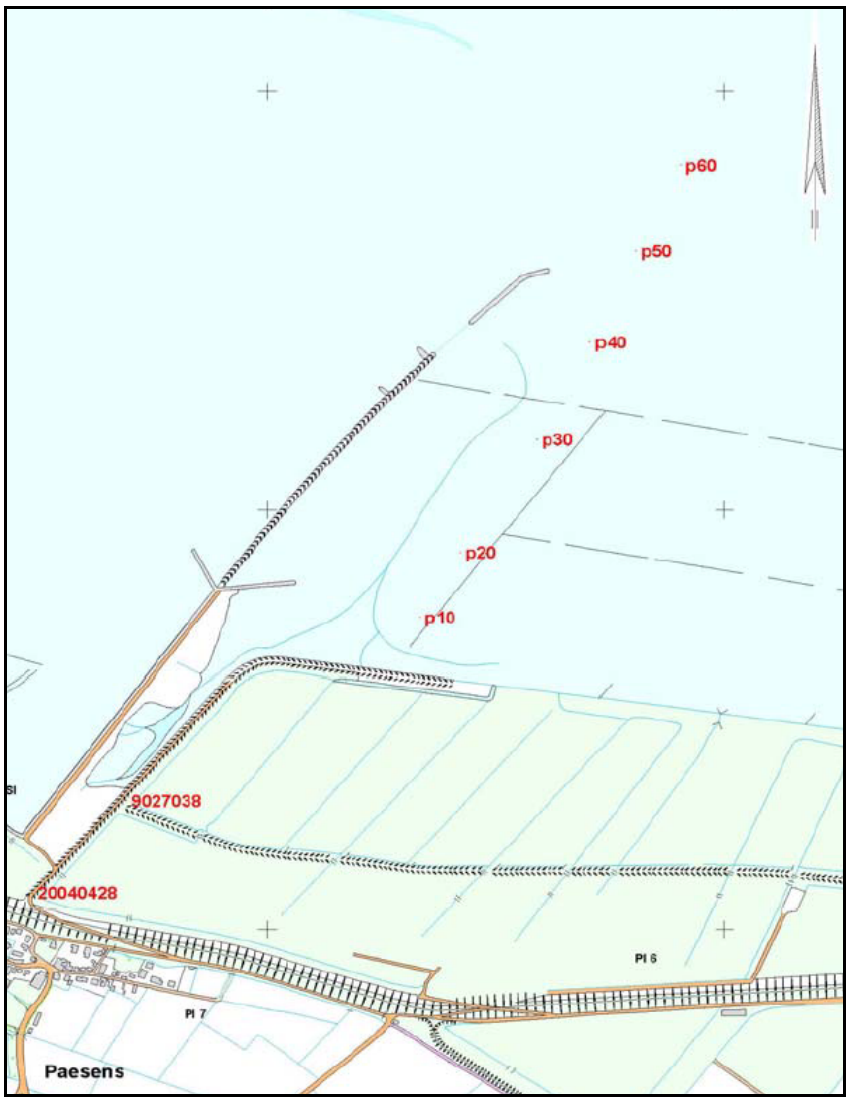


Figuur 6.17 Sedimentatie- en erosiemetingen op het Pinkewad onder Ameland.

Meetpunten zijn gegroepeerd per 4 en geven aan representatief beeld van erosie en sedimentatie aan het oppervlak. Station S30 is een voorbeeld in het centrum van de bodemdalingsschotel.



Figuur 6.18 Sedimentatie en erosie metingen op de wadplaten ten noorden van Paezumerlannen.



De metingen geven een structureel beeld van sedimentatie en toenemende hoogte met uitzondering van Station 40. Dit station bevindt zich net buiten de beschermende wering.

Afzonderlijke invloed Anjumvelden

De resultaten van de berekeningen met het ASMITA-model in 6.2.2 en 6.2.3 laten steeds het gecombineerde effect zien van de bodemdaling door de winning van de zes nieuwe velden en de reeds lopende winning van de Anjumvelden. In hoofdstuk 7 van het WL-rapport is ook inzichtelijk gemaakt: (1) wat het exacte effect is van de winning van de

Anjumvelden alleen en (2) wat het aandeel hiervan is in het totaal aan effecten van nieuwe velden + Anjumvelden.

Uit de resultaten blijkt dat de bodemdaling door alleen de winning van de Anjumvelden een verwaarloosbare invloed heeft op het Pinkegat. Met andere woorden: voor de effecten van bodemdaling in het Pinkegat zijn de lopende Amelandwinning en de nieuwe winningen doorslaggevend, en maakt het niet uit of de bodemdaling door de winning van de Anjumvelden wel of niet wordt meegeteld.

De winning van de Anjumvelden heeft voor de Zoutkamperlaag wel enige invloed, maar de invloed van de winning van de zes nieuwe velden is hier zeer veel groter. In een percentage uitgedrukt, komt het er voor de Zoutkamperlaag op neer dat de effecten van de bodemdaling door de winningen van de zes nieuwe velden met ongeveer 10% worden overschat doordat de bijdrage van de winning van de Anjumvelden in de becijfering van de totale effecten is meegenomen. De effecten van de nieuwe winningen sec worden dus iets groter voorgesteld.

6.2.5 Modelberekeningen met ESTMORF en DELFT 3D

In aanvulling op de hierboven weergegeven berekeningen met het model ASMITA, heeft WL Delft Hydraulics ook berekeningen uitgevoerd met twee andere modellen: ESTMORF en DELFT 3D.

ESTMORF

Datgene wat met ASMITA berekend kan worden, overlapt voor een deel met de scope van ESTMORF. ASMITA is voor dit gemeenschappelijke terrein echter een betrouwbaarder model, onder meer omdat het beter is gekalibreerd. Ten opzichte van ASMITA maakt ESTMORF evenwel een meer verfijnde berekening mogelijk van hoe sedimentatie- en erosieprocessen in ruimtelijk zin en in de tijd verlopen.

Uit de berekeningen (**zie hoofdstuk 5 van het WL-rapport**) blijkt onder meer dat in de Zoutkamperlaag vanaf het begin sedimentatie optreedt in de deelgebieden waar de bodemdaling het grootst is. Het daartoe benodigde sediment wordt in eerste instantie geleverd door de daar omheen liggende deelgebieden, waar bijgevolg dus aanvankelijk enige erosie optreedt en pas daarna de sedimentatie inzet. Dit betekent dat de bodemdaling eerst wordt uitgevlakt binnen het kombergingssysteem zelf. De import van sediment van buiten het systeem komt later op gang.

De modelberekeningen laten voor het Pinkegat een vergelijkbaar sedimentatie-erosiepatroon zien. Een verschil is wel dat het Pinkegat sneller reageert op de bodemdaling. Dit is te verklaren door de kleinere afmetingen van het Pinkegat, waardoor ook de morfologische tijdschalen kleiner zijn.

DELFT 3D

Berekeningen met DELFT 3D (**zie hoofdstuk 6 van het WL-rapport**) zijn met name geschikt om te laten zien wat het effect van bodemdaling is op de waterbewegingen. Dit is relevant omdat veranderingen in de waterbewegingen in een kombergingsgebied onder meer consequenties kunnen hebben voor het sedimenttransport en de sedimentsamenstelling. Uit de berekeningen met het model DELFT 3D blijkt het volgende:

- De invloed van de bodemdaling op de waterstand is nihil.
- De bodemdaling veroorzaakt een vergroting van het debiet bij de keel van Pinkegat met ongeveer 3,4% en bij de keel van Zoutkamperlaag met 1,5%.
- De maximale stroomsnelheid wordt nauwelijks beïnvloed door de bodemdaling. De veranderingen is in het algemeen minder dan 0,04 m/s tegenover de ongestoorde waarde van circa 1 m/s.
- De bodemdaling versterkt de vloeddominantie.

Geïnterpreteerd naar de gevolgen van sedimenttransport en morfologie leiden deze constateringen tot de volgende conclusies:

- Gezien de kleine veranderingen in de waterbeweging door de bodemdaling zal er geen verandering optreden in de sedimenttransportprocessen die het dynamische morfologische evenwicht van de kombergingsgebieden kan bedreigen.
- De relatief kleine verandering van de stroomsnelheid kan niet leiden tot een merkbare verandering van de sedimentsamenstelling in het gebied.
- De versterkte vloeddominantie kan extra sedimentimport veroorzaken om bodemdaling of zeespiegelstijging te compenseren.

6.2.6 Beschouwing van consequenties voor zandsuppleties

In de richtlijnen voor dit MER is gevraagd om “een beschouwing hoe men zich de extra suppletie van zand ter compensatie van de bodemdaling voorstelt en hoeveel extra suppletiezand nodig is om de bodemdaling te compenseren.” Deze vraag bestaat uit twee delen. Bij het eerste deel – “hoe men zich de extra suppletie van zand ter compensatie van de bodemdaling voorstelt” – is het goed om, aansluitend op paragraaf 3.6, er nogmaals op te wijzen dat de zandsuppleties die Rijkswaterstaat in het gebied uitvoert tot doel hebben de Basiskustlijn 1990 van de eilanden te handhaven en de zandbalans van het kustsysteem in stand te houden.

Zandsuppleties werden en worden dus niet uitgevoerd om zandhonger in de Waddenzee te stillen. Dit neemt niet weg dat het mogelijk is dat een deel van het suppletiezand uiteindelijk in de Waddenzee terechtkomt, maar welk volume dit betreft is niet te kwantificeren omdat er geen kwantitatieve gegevens zijn over het autonome transport van sediment langs de kust en door de zeegaten. Het gaat hier om een ‘leemte in kennis’, die ook in paragraaf 3.6 als zodanig is aangeduid.

Het tweede deel van de vraag – “hoeveel extra suppletiezand nodig is om de bodemdaling te compenseren” – is bijgevolg moeilijk exact te beantwoorden. Wel is het mogelijk precies aan te geven hoeveel volume aan sediment nodig is (dus ongeacht of dit suppletiezand is of ‘ander’ zand/sediment of een combinatie). Daarvoor kunnen de bodemdalingsvolumes als uitgangspunt dienen. Tabel 6.1 geeft de relevante bodemdalingvolumes weer voor de periode van 1986 (start Amelandwinning) tot aan 2040 (beëindiging nieuwe winningen). De berekening is uitgevoerd met het ASMITA-model. Het bodemdalingsvolume in de buitendelta’s is in de aantallen meegenomen. Kijken we naar de totale volumes over de gehele productieperiode in tabel 6.1, dan blijkt dat de bodemdaling als gevolg van de Amelandwinning, waarvan het grootste deel inmiddels heeft plaatsgevonden, qua volume circa twee maal zo groot is als het bodemdalingsvolume van de nieuwe winningen.

Tabel 6.1: volume bodemdaling 1986 - 2040

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

Uit de modelberekeningen volgt evenwel dat dit zich vertaald in een zandvraag die geheel verweven is met de zandvraag die gegenereerd wordt door zeespiegelstijging. Daarbij blijkt ook dat de zandvraag ten gevolge van de bodemdaling door de gaswinning op Ameland met name speelt in de periode 1995-2085 en met name betrekking heeft op de ontwikkeling van het Pinkegat. De zandvraag ten gevolge van de nieuwe winningen en van Anjum wordt vooral gegenereerd in de Zoutkamperlaag en speelt van globaal van 2020 tot in de volgende eeuw.

In de beschrijving in paragraaf 3.6 van het zandsuppletiebeleid van Rijkswaterstaat is aangegeven dat Rijkswaterstaat aan de hand van metingen jaarlijks een suppletieprogramma vaststelt, dat in het daarop volgende jaar wordt uitgevoerd. Net als in de afgelopen jaren zullen ook in de komende jaren hoogstwaarschijnlijk uitsluitend onderwatersuppleties voor de kust van Ameland plaatsvinden. Op basis van gegevens

over de periode 1990-2005 is bij Ameland gemiddeld per jaar ruwweg 0,5 miljoen m^3 zand gesuppleerd.

Uit de modelberekeningen blijkt dat op langere termijn gemeten gemiddeld 190.000 m^3 per jaar nodig is om een zeespiegelstijging van 1,8 mm per jaar te compenseren, exclusief het zand dat nodig zou zijn om het strand en de kust ten oosten van kilometerpaal 10 op te hogen (circa 300.000 m). Het totaal komt daarmee op circa 500.000 m^3 per jaar. In de periode 1995-2065 zal door de optredende bodemdaling jaarlijks ongeveer 100.000 m^3 extra nodig zijn. Bij een zeespiegelstijging van 1,8 mm per jaar komt dat neer op een bijdrage in de orde van 20%. Bij een versnelde zeespiegelstijging zal dat percentage beduidend lager liggen. De nieuwe velden zijn hierbij geheel te verwaarlozen.

Voor de Zoutkamperlaag gaat het om vrijwel uitsluitende de nieuwe velden en Anjum om een toename van de zandvraag met circa 65.000 m^3 extra, gedurende een periode van bijna 100 jaar te beginnen rond 2020. De noodzakelijke suppleties voor de kust van Schiermonnikoog bedragen tegen die tijd ruim het 10-voudige (700.000 m^3 per jaar). De bijdrage in de zandvraag ten gevolge van bodemdaling is zelfs met de huidige snelheid van zeespiegelstijging verwaarloosbaar.

De vraag die gesteld kan worden op dit punt is of alternatieve wijze van suppletie of volumeherstel mogelijk in beschouwing genomen zouden moeten worden. Hierbij kan gedacht worden aan volumeherstel door biogene processen, zoals herstel van mosselbanken en zeegrasvelden of door alternatieve suppleties door bijvoorbeeld zand toe te voegen aan de buitendelta's. Belangrijk is om te moeten vaststellen dat de bijdrage van gaswinning aan de totale problematiek in het licht van een mogelijke versnelling van de zeespiegelstijging, slechts gering is en dit onderwerp derhalve in een breder verband aandacht verdient.

Zeker is, omdat dit van jaar tot jaar nauwgezet gevolgd wordt door Rijkswaterstaat, dat de zandsuppleties bij Ameland tot nu toe toereikend zijn geweest om de Basiskustlijn te handhaven. Daarnaast heeft de monitoring van de Amelandwinning laten zien dat de sedimentatie de bodemdaling bijhoudt. De praktijkervaring wijst dus uit dat een gemiddeld jaarlijks suppletievolume van 0,5 miljoen m^3 samen met autonome sedimenttransport vanuit de Noordzeekustzone naar de kombergingsgebieden voldoende groot is om én de Basiskustlijn te handhaven én de bodemdaling door gaswinning te compenseren. De tijd zal moeten uitwijzen of extra zand op termijn nodig is om de basiskustlijn te kunnen handhaven.

Deze conclusie wordt bevestigd in het WL-rapport. Daarin wordt de extra zandvraag van de kust en het aangrenzende zeegebied behandeld (**zie 6.2.2 en 6.2.3 hierboven, in beide paragrafen onder de kop 'kustzone'**):

- voor het Pinkegat stelt WL vast dat "de bodemdaling van de nieuwe velden eerder een verlenging dan een vergroting van de zandvraag" veroorzaakt;
- voor de Zoutkamperlaag constateert WL: "De bodemdaling door alleen de nieuwe gasvelden veroorzaakt een maximale toename van 0,05 miljoen m^3 per jaar, die pas rond 2030 optreedt."

6.2.7 Conclusies abiotische effecten Pinkegat en Zoutkamperlaag

De specifiekere conclusies uit de WL-studie zijn in de voorafgaande subparagrafen gepresenteerd. De algemene conclusies waarmee het WL-rapport wordt afgesloten, zijn hieronder integraal weergegeven (**paragraaf 7.4, p51**):

- "Alles overwegend zijn de effecten van beschouwde bodemdalingen t.g.v. de gaswinning gering. Dit geldt voor zowel het Pinkegat als voor de Zoutkamperlaag. Van de totale bodemdaling t.g.v. alle gasvelden samen zijn de effecten in Pinkegat het grootst. Het grootste deel hiervan wordt veroorzaakt door de al in productie zijnde Amelandvelden. Een groot deel hiervan heeft al plaatsgevonden. Overeenkomstig de conclusies van de monitoringsstudie tot nu toe, zijn de effecten van de totale daling klein. De effecten van de nieuwe velden (Anjum + Waddenzee) zijn nog veel kleiner en spelen zich vooral af in de grotere vloedkom Zoutkamperlaag.

- De effecten worden klein en niet significant genoemd omdat de grootte ervan ver binnen de marge van natuurlijke fluctuaties valt. Mede door de meetnauwkeurigheid zijn de voorspelde effecten waarschijnlijk niet of nauwelijks aan te tonen in het veld.
- De belangrijkste effecten voor de Noordzeekust is de extra 'zandhonger' om de bodemdalingsschotel te vullen. Het totale volume wordt aangevoerd over een lange periode. De verhoging van de jaarlijkse import naar de kombergingen t.g.v. de nieuwe velden is een fractie van de natuurlijke import t.g.v. bijvoorbeeld zeespiegelrijzing.
- Het belangrijkste binnen de vloedkom is het potentieel verlies van plaatareaal en plaathoogte waardoor vogels minder tijd hebben om te foerageren. Voor beide vloedkommen is het voorspelde effect een remming van de plaatgroei en niet een verdere verkleining. Het verwachte relatieve verlies t.g.v. de nieuwe velden is minder dan een half procent van het totale plaatareaal. Alleen voor het Pinkegat is een verlies berekend t.g.v. alle velden samen (dus inclusief Amelandveld) dat boven de 1% uitkomt. Ten opzichte van de situatie in 2005 is echter sprake van plaatgroei. De invloed van gaswinning is minder groot dan de natuurlijke fluctuatie t.g.v. de 18,6-jarige cyclus van de getijamplitude.
- Lodingen en metingen duiden op lokale compensatie. Er is in het bodemdalingsgebied geen verlies aan plaatareaal vastgesteld.
- Er bestaat geen gevaar voor eventuele verdrinking van de platen in de vloedkommen. Zelfs met een versnelde zeespiegelrijzing van 60 cm/eeuw zal de som van de bodemdaling en de zeespiegelrijzing ver onder de kritische waarde liggen. Bovendien is de bodemdaling door gaswinning eenmalig en tijdelijk.

6.3 Biotiek Pinkegat en Zoutkamperlaag (minus de kwelders)

6.3.1 Aanpak van de effectvoorspelling

De mogelijke effecten op de biotiek zijn geanalyseerd door Alterra. De resultaten hiervan zijn gepresenteerd in **paragraaf 4.3** en **hoofdstuk 6** van het Alterra-rapport. Het vertrekpunt voor de analyse van de biotische effecten wordt gevormd door de gegevens over de bestaande toestand, trends en autonome ontwikkeling op biotisch gebied (**zie paragraaf 3.3** van dit MER en de veel uitgebreidere informatie hierover in hoofdstuk 3 van het Alterra-rapport). Vervolgens is bepaald óf en in welke mate de abiotische effecten van de bodemdaling door de gaswinningen de biotiek kunnen beïnvloeden. Voor de abiotische effecten heeft Alterra daarbij de uitkomsten van de WL-studie (zie de weergave hiervan in **paragraaf 6.2** hierboven) als uitgangspunt genomen. Voor de relevante soorten en soortgroepen zijn de volgende abiotische effecten van belang [**Alterra-rapport, paragraaf 4.3**]:

- afname plaatareaal en – daarmee samenhangend – vermindering van droogvaltijd;
- verandering in waterbewegingen en de consequenties daarvan voor de sedimentsamenstelling.

6.3.2 Resultaten en conclusies biotiek Pinkegat en Zoutkamperlaag

Ten aanzien van de relevante soorten en soortgroepen worden in **paragraaf 4.3 en 4.4** van het Alterra-rapport de volgende resultaten en conclusies gepresenteerd:

- *Zeegras*. Verwachte veranderingen in bodemsamenstelling en diepteligging zijn zo klein dat eventuele effecten ervan wegvallen tegen de natuurlijke achtergrondruis. Het is dan ook niet te verwachten dat toekomstige veranderingen in zeegrasvelden iets te maken zullen hebben met de geplande aardgaswinning. Gezien de verwachte autonome ontwikkeling bij verder afnemende nutriëntenconcentraties en afnemende troebelheid van het water en mogelijke positieve effecten van toenemende zeewatertemperatuur is de verwachting dat het zeegras zich verder zal uitbreiden in de Waddenzee
- *Bodemdieren*. Het voorkomen van bodemdieren wordt vooral bepaald door droogvalduur, dynamiek (golfwerking en stroomsnelheid) en sedimentsamenstelling. Sedimentsamenstelling is ook sterk afhankelijk van de andere (a)biotische variabelen. Directe causale relaties tussen sedimentsamenstelling en bodemdieren ontbreken. Op basis van de voorspelde veranderingen worden geen effecten van de nieuwe gaswinning verwacht omdat er evenveel plaatoppervlak blijft en de wateruitwisseling

met de geulen en Noordzee zeker niet minder wordt (bij bodemdaling tijdelijk zelfs beter).

- *Vissen*. Voor de Elft, Fint, Zeeprik en Rivierprik zijn weinig gegevens voorhanden. Een goede afweging zou dus moeilijk te geven zijn, indien een significante bodemdaling verwacht zou worden. Hoe veranderingen in plaathoogte en geuldiepte een effect op deze soorten zouden kunnen hebben is alleen voor te stellen bij extreme veranderingen, maar gezien de verwachte minimale veranderingen moet het als hoogst onwaarschijnlijk geacht worden dat dit op de een of andere manier zou kunnen leiden tot een aantalsafname van deze vissoorten.
- *Vogels*. De belangrijkste effecten die mogelijk kunnen optreden voor vogels zijn veranderingen in het voedselaanbod als gevolg van veranderingen in de sedimentsamenstelling. Omdat er echter geen effecten op de sedimentsamenstelling van de bodem en dus ook niet op de bodemdieren verwacht worden, zal het voedselaanbod voor de verschillende wadvogels niet veranderen als gevolg van de gaswinning. Vernatting van broedgebieden zal bij de voorspelde bodemdaling zeer waarschijnlijk niet optreden en negatieve effecten op broedvogels zijn dan ook onwaarschijnlijk. De gevolgen van een half procent aan areaalverlies zullen niet te meten zijn aan veranderingen in vogeldichtheden gezien de natuurlijke variatie. Uitgebreide studies hebben aangetoond dat de mate van areaalverlies zoals voorspeld voor het Pinkegat en de Zoutkamperlaag geen meetbare effecten zullen hebben op foeragerende vogels.
- *Zeezoogdieren (zeehonden)*. Het verlies aan plaatareaal in het aandachtsgebied valt binnen de natuurlijke variatie. Hierdoor zal het zo goed als onmogelijk zijn dat veranderingen in zeehondendichtheden op de platen te verklaren zijn als een gevolg van de 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.

6.4 Abiotische en biotische effecten kwelders

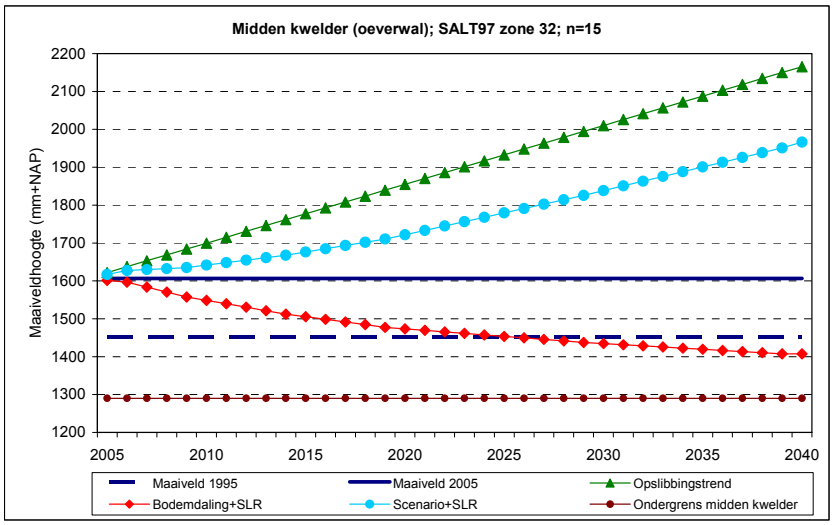
6.4.1 Abiotiek: ontwikkeling maaiveldhoogte

Bij de effecten die de voorgenomen gaswinning in abiotisch opzicht heeft voor de kwelders, staat de vraag centraal hoe de door de gaswinning veroorzaakte bodemdaling uitwerkt op de hoogteligging van het maaiveld in de verschillende zones van deze kwelders. Voor de Peazemerlannen is in paragraaf 3.2.3 de autonome ontwikkeling van deze maaiveldhoogte per kwelderzone beschreven, op basis van een reeks metingen met behulp van sedimentatie-erosiebalken (SEB's). Deze metingen zijn gedurende tien jaar (1995-2005) drie maal per jaar uitgevoerd op in totaal 30 SEB-meetpunten, verspreid over de Peazemerlannen. In totaal gaat het dus om circa 900 metingen. Dat aantal is voldoende groot, en de periode die ermee bestreken wordt is voldoende lang om fluctuaties die zich van jaar tot jaar voordoen – bijvoorbeeld vanwege uitzonderlijke weersomstandigheden zoals de uitzonderlijke droge zomer van 1995 gevolgd door de uitzonderlijk strenge winter van 1996 – uit te middelen. Bovendien zijn de meetreeksen met betrekking tot de Peazemerlannen ook te vergelijken met meetreeksen van SEB-netwerken elders in het Waddengebied. Al met al is het daarmee verantwoord om op basis van het totaal aan beschikbare gegevens over 1995-2005 aan te geven hoe de maaiveldhoogte zich in de komende jaren autonoom ontwikkelt. De nog resterende bodemdaling door de Amelandwinning is in deze autonome ontwikkeling meegenomen.

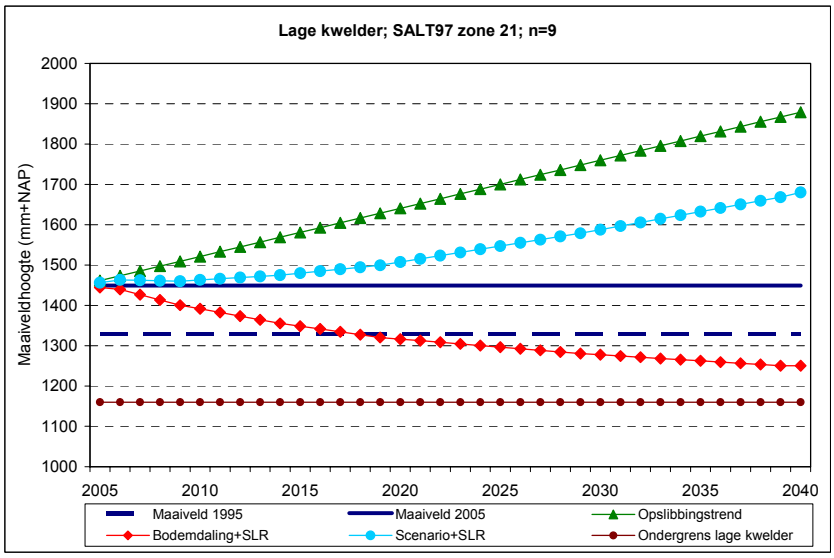
De analyse van welke effecten de bodemdaling door de nieuwe winningen heeft voor de maaiveldhoogte in de verschillende kwelderzones, wordt hieronder eerst uitgewerkt voor de Peazemerlannen. Aan het slot van deze paragraaf volgt ook een korte beschouwing over de kwelders 't Schoor en Wierum.

Maaiveldhoogtes in de kwelderzones van de Peazemerlannen
In de figuren 6.25 tot en met 6.29 is een en ander weergegeven voor de periode 2005-2040, uitgesplitst naar:

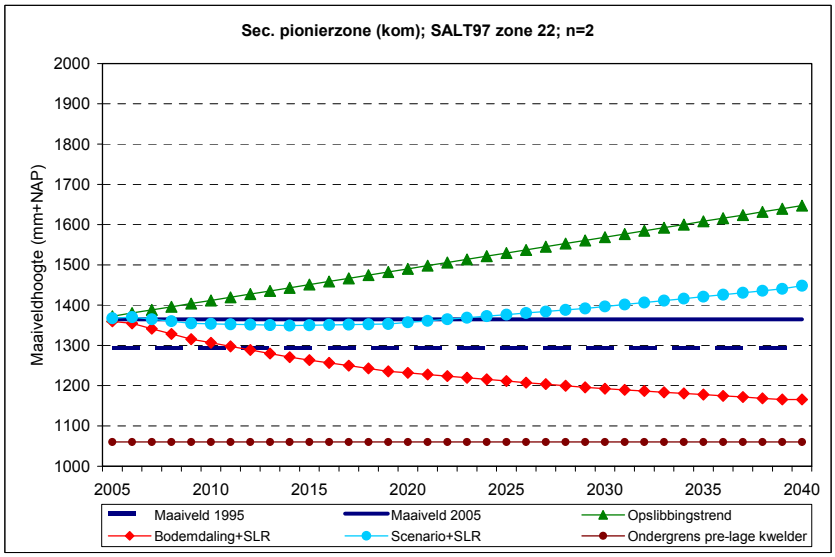
- middenkwelder (habitattype 1330);
- lage kwelder (habitattype 1330);
- secundaire pionierzone (habitattype 1310);
- primaire pionierzone (habitattype 1310).



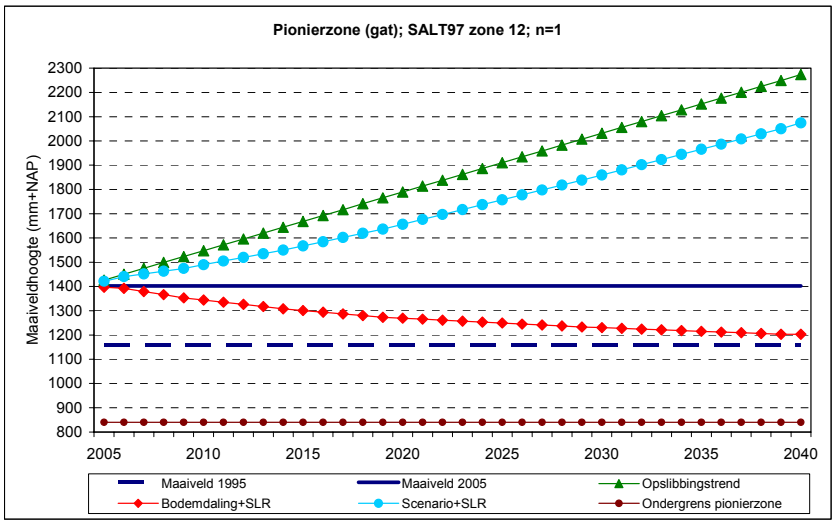
Figuur 6.25 Prognose van de maaiveldhoogte-ontwikkeling van de midden kwelder in de Peazemerlannen in geval van het base-case scenario voor bodemdaling en een zeespiegelstijging van 2 mm/j.



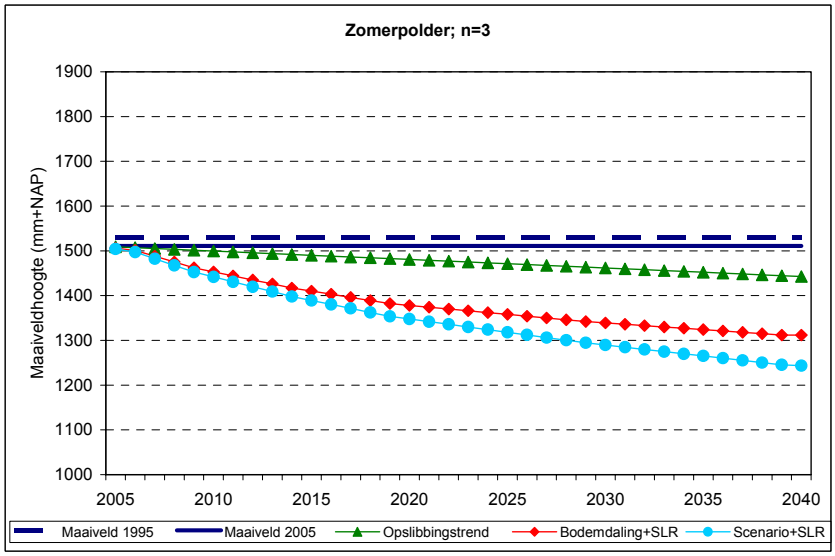
Figuur 6.26 Prognose van de maaiveldhoogte-ontwikkeling van de lage kwelder in de Peazemerlannen in geval van het base-case scenario voor bodemdaling en een zeespiegelstijging van 2 mm/j.



Figuur 6.27 Prognose van de maaiveldhoogte-ontwikkeling van de secundaire pionierzone in de Peazemerlannen in geval van het base-case scenario voor bodemdaling en een zeespiegelstijging van 2 mm/j.



Figuur 6.28 Prognose van de maaiveldhoogte-ontwikkeling van de primaire pionierzone in de Peazemerlannen in geval van het base-case scenario voor bodemdaling en een zeespiegelstijging van 2 mm/j.



Figuur 6.29 Prognose van de maaiveldhoogte-ontwikkeling van de zomerpolder in de Peazemerlannen in geval van het base-case scenario voor bodemdaling en een zeespiegelstijging van 2 mm/j.

De zomerpolder, die door intacte dijken is omgegeven, is geen kwelder en wordt apart behandeld nadat de ontwikkelingen in de vier bovengenoemde kwelderzones beschreven zijn.

Ter toelichting op de lijnen in de figuren over de vier kwelderzones het volgende:

- Voor elke zone is steeds de maaiveldhoogte in 1995 en de (hogere) maaiveldhoogte in 2005 aangegeven.
- De groene lijn laat steeds de opslibbingstrend zien. Deze trend is bepaald door het gemeten patroon van de opslibbing per zone in de periode 1995-2005 door te trekken naar 2040. In werkelijkheid zal deze groene lijn bij een toenemende hoogte op een bepaald moment afvlakken, omdat de aanvoer van sediment dan afneemt (hoe hoger een punt komt te liggen, hoe minder vaak het overstroomd wordt door water met sediment). Dit afvlakken heeft geen invloed op de resultaten van de voorspelling, want ook bij bodemdaling vindt deze afvlakking na verloop van tijd plaats. Het enige verschil is dat het moment waarop dit gebeurt door bodemdaling naar achteren verschuift. (In het algemeen geldt overigens dat het belangrijkste effect van bodemdaling is dat de optredende verschuiven in de tijd verschuift, dat wil zeggen: worden vertraagd of versneld.)
- De rode lijn toont de berekende ontwikkeling van de maaiveldhoogte in een situatie waarin de nieuwe winningen en de nog resterende Amelandwinning bodemdaling veroorzaken en er helemaal geen opslibbing plaatsvindt. Omdat er in de praktijk via periodieke overvloeding in een kwelder altijd opslibbing plaatsvindt, verbeeldt de rode lijn uitsluitend een zuiver theoretische situatie.

- De blauwe lijn toont het netto-resultaat: het verschil tussen de rode theoretische bodemdalingslijn en de groene opslibbingslijn. De blauwe lijn is dus de weergave van de berekening hoe de maaiveldhoogte zich daadwerkelijk ontwikkelt. In elk van de vier kwelderzones gaat het maaiveld in de periode 2005-2040 omhoog, want de opslibbing is groter dan de bodemdaling. De conclusie van de analyse is daarmee dat de maaiveldhoogte niet afneemt maar door de bodemdaling van de nieuwe winningen *minder snel toeneemt* dan in de situatie waarin de nieuwe winningen niet gerealiseerd worden. Dit heeft als gevolg dat de 'veroudering' die de kwelder in de autonome ontwikkeling ondergaat, vertraagd wordt. In paragraaf 6.4.2 wordt aangegeven dat dit vanuit ecologisch oogpunt als een positief effect wordt aangemerkt.

Verder is onderaan in de figuren steeds de ondergrens die bij de betreffende kwelderzone hoort aangegeven. Die ondergrens is van belang om vast te stellen of er een zogenoemd breekpunt optreedt. Aangenomen is dat er een breekpunt in de kwelderontwikkeling optreedt wanneer het bodemniveau van een deel van een bepaalde zone onder het laagste niveau komt te liggen waarop de voor die zone karakteristieke plantensoort nog voorkomt. Komt het bodemniveau onder deze grens, dan zal de vegetatie geleidelijk overgaan in die van de lager gelegen zone: karakteristieke soorten worden vervangen door de soorten uit de zone die eronder ligt. Voorbeelden van overschrijding van breekpunten/ondergrenzen zijn:

- een teruggang van lage kwelder (met meerjarige, goed sediment vastleggende Puccinellia) naar pionierzone (met éénjarige, weinig sediment invangende Salicornia);
- een teruggang van pionierzone naar geheel onbegroeid wad.

De ondergrenzen voor de vegetatie in de Peazemerlannen zijn gebaseerd op waarden die van de vastelandkwelders van het midden van de Friese kust bekend zijn, en gecorrigeerd voor een (ca. 6 cm) lager GHW in de Peazemerlannen. Ter vergelijking staan in tabel 6.2 ook de ondergrenzen van de vegetatiezones op Ameland en van de vastelandskwelders van de westzijde van Noord-Groningen.

Tabel 6.2 Ondergrens vegetatiezones in een aantal Waddenzeekwelders (m+NAP) gecorrigeerd voor de GHW-trend [ref. 6.2, tabel 4.1].

Vegetatiezone	Bedekking	Ameland	Friesland midden	Groningen west	Peazemerlannen
Midden kwelder		146 (beweid) 136 (onbeweid)	135	136	129
Lage kwelder	Puc > 5%	121	122	114	116
Sec. pionierzone	Puc < 5%	112	112	104	106
Prim: pionierzone	Sal > 5%	86	90	80	84
[Pre-pionier	Sal < 5%	82	64	59	58]

Resultaten kwelderzones Peazemerlannen

- *Middenkwelder (habitattype 1330)*. Het blijkt dat de middenkwelder bij het voorgestelde gaswinningsscenario geen risico's loopt. De maaiveldhoogte, die ruim boven de ondergrens (1,29 m +NAP) voor deze zone lag in 2005, blijft tot 2040 toenemen ondanks de bodemdaling (figuur 6.25).
- *Lage kwelder (habitattype 1330)*. Voor de lage kwelder is de situatie vergelijkbaar met de middenkwelder. Ook hier ligt de gemiddelde maaiveldhoogte in 2005 ruim boven de ondergrens (1,16 m +NAP) voor de zone en neemt deze toe ondanks de bodemdaling (figuur 6.26).
- *Secundaire pionierzone (habitattype 1310)*. De secundaire pionierzone (kommen) blijft eveneens ruim boven de ondergrens (1.06 m +NAP) voor de bij deze zone horende vegetatie liggen. De bodemdaling zorgt ervoor dat de maaiveldhoogte gedurende de eerste 15 à 20 jaar ongeveer op het niveau van 2005 blijft, maar daarna neemt de maaiveldhoogte weer toe (figuur 6.27).
- *Primaire pionierzone (habitattype 1310)*. De maaiveldhoogte in de primaire pionierzone, achter de doorbraak in de bitumen zomerkade, ligt ver boven de ondergrens (0,84 m +NAP) voor deze zone en zal alleen maar verder blijven toenemen (figuur 6.28)

De primaire pionierzone achter de doorbraak in de bitumen zomerkade in de Peazemerlannen werd in de bodemdalingstudies van 1993 en 1998 overigens nog als een probleem gezien. Een storm zal in de Peazemerlannen, door de meestal optimale vegetatiebedekking en beschutte ligging van het grootste deel van de kwelder, veelal voor een sedimentimport zorgen. Hoewel een op grote schaal sediment exporterend tij onwaarschijnlijk lijkt, moet er rekening mee gehouden worden dat het vastleggen van sediment achter de gaten in de zomerkade door de schaarse, meest eenjarige vegetatie, verre van optimaal is, waardoor erosie plaatselijk zeer goed mogelijk is. In de bodemdalingsstudie uit 1993 is er al op gewezen dat door de plaatselijk slechte staat van de zomerkade aan de oostzijde van de Peazemerlannen een probleem met klifvorming en terugschrijdende erosie van de kwelder zou kunnen ontstaan. Op grond van 10 jaar SEB-metingen is de vrees hiervoor verminderd. De eerder aanbevolen mitigatie door middel van een rijshoutdam wordt op dit moment dan ook niet meer noodzakelijk geacht. Monitoring zal moeten uitwijzen hoe deze zone zich in de toekomst ontwikkelt, mede om aantasting van de achterliggende zomerpolder en vervolgens van de dijkvoet te voorkomen. Ervaring in de kwelderwerken van Rijkswaterstaat langs de noordkust van Groningen en Friesland heeft geleerd dat mitigatie, indien bij veranderende omstandigheden toch noodzakelijk, te allen tijde snel, doeltreffend en natuurvriendelijk met rijshoutdammen kan worden uitgevoerd.

Maaiveldhoogte zomerpolder Peazemerlannen
Uit figuur 6.29 blijkt dat de negatieve opslibbingsbalans in de zomerpolder door de bodemdaling negatiever wordt. Hierbij wordt rond 2030 de ondergrens van de middenkwelder bereikt. Na 35 jaar inklink en gaswinning zal de zomerpolder, inclusief zomerdijkje, ca. 20 cm lager liggen. Hierdoor en door de zeespiegelstijging zal het gemiddelde aantal overvloedingen toenemen. Aangezien de overvloedingen van de zomerpolder buiten het groeiseizoen liggen, zal dit voorlopig weinig gevolgen hebben voor de vegetatie van de zomerpolder. Op lange termijn zal het ontbreken van opslibbing en cumulatie met zeespiegelstijging het voortbestaan van de zomerpolder in haar huidige vorm onder druk zetten. Ten aanzien van de zomerpolder kan geconcludeerd worden dat deze steeds verder gaat ‘achterlopen’ op het omringende gebied en er effecten zullen gaan ontstaan in de sfeer van de waterhuishouding en vegetatieontwikkeling.

In dit verband is de vraag – bijvoorbeeld voor de eigenaar Wetterskip Fryslân en de beheerder It Fryske Gea – of mitigatie wenselijk is. In de Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee is verkweldering als mitigatie aanbevolen indien de opslibbingsbalans negatief is en de grenswaarde van 5 cm wordt overschreden. Verkweldering herstelt de opslibbing, is voorgenomen beleid en is lastiger succesvol uit te voeren nadat een zomerpolder te veel is gezakt door inklink, zeespiegelstijging en/of bodemdaling.

Verkweldering en kustverdediging
Omvorming van een zomerpolder naar een kwelder heeft naast de mitigatie van de effecten van bodemdaling ook positieve gevolgen voor de kustverdediging. Kwelders zijn een natuurlijk voorland voor de zeedijken dat in hoogte groeit. Hoog voorland beperkt de golfhoogte en de golfoploop tegen de zeedijk. In de Duitse Waddenzee worden kwelders daarom als onderdeel van de zeewering beschouwd en in de Kabinetsreactie op het eindrapport van de Adviesgroep Waddenzeebeleid wordt “stimulering van nieuwe kwelderontwikkeling ten gunste van de veiligheid van het achterland” genoemd. Uit een databestand 1960-2004 van vastelandkwelders blijkt dat kwelders door de combinatie van een natuurlijke opslibbing en de plantengroei in staat zijn een eventuele versnelde zeespiegelstijging of bodemdaling te volgen. In het verleden is daarvoor 50 cm per eeuw (0,5 cm per jaar) voor de Waddeneilanden en 100 cm per eeuw (1 cm per jaar) voor de vastelandkust genoemd.

Ontwikkeling overige deelgebieden Peazemerlannen
Van het hooggelegen buitendijkse begraasde stuk (15 ha) tegen de deltadijk en het lager gelegen deel langs de strekdam (4 ha) zijn geen recentere opslibbingsgegevens bekend dan die in een studie uit 1997 staan vermeld. Het ligt echter voor de hand dat deze deelgebieden het normale ontwikkelingsproces in een kwelder zullen vertonen: verticale

opslibbing gaat samen met laterale uitbreiding (indien een pionierzone aanwezig) of met laterale erosie.

Al in 1997 leek het kweldertje langs de strekdam nauwelijks overlevingskans te hebben vanwege de geëxponeerde en lage ligging en de destijds reeds vastgestelde erosie. De ervaring op Ameland leert dat bodemdaling dit erosieproces niet per se hoeft te versterken, maar aangenomen mag worden dat dit kweldertje zal verdwijnen.

Het hooggelegen buitendijkse kwelderdeel tegen de deltadijk heeft een oeverbescherming aan de wadkant. Het is niet bekend of hier enig onderhoud aan plaatsvindt door het waterschap. De opslibbing is in dit gebied, voor zover bekend, vrij laag, wat normaal is voor een hoger gelegen kwelder. Dat er niettemin enige opslibbing plaatsvindt, gecombineerd met de bijzonderheid dat er oeverbescherming aan de wadkant is, wijst op zeer goede overlevingsmogelijkheden en weinig bedreigingen.

Kwelders Wierum en 't Schoor
Van de kweldertjes bij Wierum en bij 't Schoor zijn geen gegevens over de opslibbing. Daarom worden de effecten afgemeten aan die van de Peazemerlannen. De oude kweldertjes bij Wierum en bij 't Schoor zijn veel hoger gelegen dan de jonge kwelder Peazemerlannen. Het kweldertje bij Wierum is aan de wadkant al meer dan een halve eeuw aan natuurlijke kliferosie onderhevig. Aan de wadkant ligt een van jaar tot jaar sterk wisselend strookje pionierzone. Op grond van de voorspelling dat er in de Peazemerlannen geen effecten op de Habitattypen 1310 en 1330 zullen optreden, worden er vanwege de hogere ligging 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 verwachte bodemdaling van in totaal 2-4 cm worden zeker geen effecten op het kweldertje bij 't Schoor verwacht.

6.4.2 Biotiek: vegetatieontwikkeling

Bij de biotische effecten is een belangrijke vraag welke consequenties de beschreven ontwikkelingen in de maaiveldhoogte hebben voor de ontwikkeling van de vegetatie. Het gaat daarbij om de zogenoemde successierichting van de vegetatie:

- Van *regressie* is sprake als de vegetatie in een bepaalde zone teruggaat naar een vegetatie van een lagere of jongere kwelderzone.
- *Successie* betekent dat de vegetatie verder gaat naar de plantensoorten van een hogere of oudere zone.
- In het specifieke geval dat monocultures van Zoutmelde, Strandkweek of Kweek ontstaan, wordt successie *veroudering* genoemd.
- In het specifieke geval dat een al eerder ingetreden veroudering weer wordt teruggedraaid (bijvoorbeeld verdwijnen van Strandkweek of herstel van vegetatie met Lamsoor) wordt regressie *verjonging* genoemd.

Omdat in alle kwelderzones in de Peazemerlannen de maaiveldhoogte toeneemt (opslibbing groter dan bodemdaling) zal geen regressie/verjonging optreden. Dit zal ook niet gebeuren in eventuele uitzonderlijke jaren met een negatieve opslibbingsbalans, bijvoorbeeld een jaar waarin een uitzonderlijke droge zomer (met bijgevolg een grote inklink) gevolgd wordt door een droge winter met weinig overvloedingen (waardoor herstel van inklink door neerslag en sedimentafzet gering zijn). Het punt is namelijk dat er een zekere ruimte in het systeem zit, omdat de verschillende kwelderzones met de daarbij behorende vegetatie (ver) boven hun ondergrens zitten. In de Integrale Bodemdalingsstudie Waddenzee uit 1998 is bovendien een 'rek' van 5 cm in de grenswaarde van de zones aangenomen. Daarmee wordt bedoeld dat een tijdelijk tekort van 5 cm in de opslibbingsbalans van een zone niet tot veranderingen in de vegetatiesamenstelling leidt. Dat dit een veilige aanname is, is gebleken door de monitoring op Ameland, waar na 18 jaar bodemdaling en bij een opslibbingsachterstand die daar opliep tot ca 20 cm nagenoeg geen effecten op de vegetatie zijn gevonden.

In plaats van regressie/verjonging is eerder sprake van successie die mogelijk tot veroudering leidt. Algemeen aanvaard is dat voortgaande successie leidt tot een afname van de diversiteit aan soorten en vegetatietypen op kwelders. Ook in de Peazemerlannen zijn daar duidelijke aanwijzingen voor. Ondanks de bodemdaling gaat de relatieve

ophoging van de kwelder gewoon door, en daarmede ook de vegetatiesuccessie. De veroudering van de kweldervegetatie wordt door bodemdaling weliswaar tijdelijk enigszins vertraagd, maar niet structureel geblokkeerd.

Voor de kweldertjes bij Wierum en 't Schoor zijn wel vegetatieopnamen tot aan 2002 beschikbaar (zie paragraaf 3.1 van het Alterra-rapport), maar geen recente gegevens over opslibbing. De bodemdaling zal de maaiveldhoogte van beide kweldertjes niet wezenlijk beïnvloeden (zie het slot van paragraaf 6.4.1) en daarmee ook geen invloed hebben op het patroon van de vegetatieontwikkeling. Voor de feitelijke ontwikkeling van de vegetatie is vooral bepalend of de huidige intensieve beweiding in de komende jaren wordt voortgezet.

6.4.3 Biotiek: broedvogels

Zoals in paragraaf 3.3 is aangegeven gaan in het studiegebied zowel koloniebroeders (Kokmeeuw, Kluut, Noordse Stern, Visdief) als solitaire broedende soorten (Scholekster, Tureluur, Graspieper, Wilde Eend, Gele Kwikstaart, Kuifeend, Veldleeuwerik, Krakeend, Slobeend, Bontbekplevier, Witte Kwikstaart en nog een reeks soorten die in kleine aantallen op de kwelders broeden) in aantal achteruit. Alleen soorten als Kievit, Grutto, Bergeend en Meerkoet vertonen geen duidelijke trend. In de broedgebieden van deze soorten zijn ook geen duidelijke veranderingen in de maaiveldhoogte geconstateerd die de achteruitgang van de soorten zouden kunnen verklaren. Wel treedt, door het ontbreken van voldoende begrazing, op de hogere delen van de kwelders een toenemende verruiging op door uitbreiding van Strandkweek. Een dergelijke verruiging kan tot gevolg hebben dat minder geschikt broedgebied beschikbaar is voor soorten die een voorkeur hebben voor een gevarieerde vegetatie. Ook de toename van predatoren, waaronder de Vos, zou een rol kunnen spelen in de geconstateerde negatieve ontwikkeling. Er zijn geen aanwijzingen dat bodemdaling hierbij een rol heeft gespeeld. In verschillende andere delen van de vastelandskust van de Waddenzee, buiten het studiegebied, worden vergelijkbare trends waargenomen.

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, met gevolgen voor het broedsucces van bepaalde soorten, is onwaarschijnlijk. Het is zelfs mogelijk dat het tegengaan van de verdere verruiging van de vegetatie gunstige gevolgen zal hebben voor de broedvogels.

6.4.4 Conclusies abiotiek en biotiek kwelders

In het Alterra-rapport (paragraaf 4.2) worden de volgende conclusies ten aanzien van de abiotische en biotische effecten gepresenteerd:

- Uitgaande van de gemiddelde jaarlijkse netto opslibbingswaarden van de SEB-metingen treden er voor de midden- en lage kwelder (Habitattype 1330) en (secundaire) pionierzone (Habitattype 1310) geen problemen op.
- De meeste punten in een vegetatiezone liggen (ver) boven de ondergrens voor deze vegetatie. Daardoor blijft een eventuele negatieve opslibbingsbalans zonder nadelige gevolgen. Bovendien zit er enige rek in het systeem: de opslibbing hoeft niet per se elk jaar de bodemdaling en zeespiegelstijging direct volledig te compenseren.
- Met het toenemen van de leeftijd gaat de natuurlijke successie naar de vegetatie van de hoge kwelder. Daardoor neemt de biodiversiteit van een volledig scala aan vegetaties van zoutplanten af, een bedreiging die recentelijk steeds meer aandacht krijgt. 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.
- Door de bodemdaling en inklink vindt een verlaging van de zomerpolder plaats, die groter is dan de ruimte ('rek') van 5 cm. Mitigatie door middel van verkwelderen is een mogelijke beheermaatregel, die de natuurlijke veerkracht voor de toekomst herstelt.
- Het in het westen van de Peazemerlannen gelegen buitendijkse gebied voor de deltadijk ligt relatief hoog, heeft een oeverbescherming aan de wadkant, en er vindt enige opslibbing plaats. Dit deelgebied heeft goede overlevingsmogelijkheden en weinig bedreigingen. Het kweldertje langs de strekdam daarentegen heeft gezien de

geëxponeerde en lage ligging en de gemeten erosie weinig overlevingskansen, ook zonder bodemdaling.
- De oude kweldertjes bij Wierum en bij ‘t Schoor zijn veel hoger gelegen dan de jonge kwelder Peazemerlannen. Op grond van de voorspelling dat er in de Peazemerlannen geen effecten op de Habitattypen 1310 en 1330 zullen optreden, worden er vanwege de hogere ligging 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 verwachte bodemdaling van in totaal 2-4 cm worden zeker geen effecten op het kweldertje bij ‘t Schoor verwacht.
- Voor broedende vogels worden geen effecten verwacht als gevolg van de voorspelde bodemdaling van de nieuwe gebieden. Een vertraging van de verruiging zou zelfs een positief effect op de broedvogels kunnen hebben.

6.5 Passende beoordeling

De Waddenzee is een Speciale Beschermingszone (SBZ) in het kader van de Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn, die beide sinds oktober 2005 verankerd zijn in de Natuurbeschermingswet 1998. Bij voorgenomen activiteiten in SBZ’s is een zogenoemde voortoets vereist om in kaart te brengen of er effecten kunnen optreden voor:
- beschermde habitattypen, in dit geval de habitattypen 1110, 1140, 1310 en 1330 (**zie de overzichtskaart in hoofdstuk 3**);
- beschermde vogels (**zie tabel Vogelrichtlijnsoorten in hoofdstuk 3**) en de soorten Gewone zeehond, Grijze zeehond, Rivierprik, Zeeprik en Fint.

Zijn effecten voor deze habitattypen en soorten niet op voorhand met zekerheid uit te sluiten, dan is een ‘passende beoordeling’ nodig. Die moet uitwijzen of mogelijke effecten *significant* kunnen zijn. Daarbij is ‘significantie’ geen vastomlijnd begrip. Wel geven toenemende praktijkervaring met natuurbeschermingswetgeving en ook jurisprudentie in toenemende mate houvast om tot een concrete invulling te komen van hetgeen in specifieke gevallen wel en niet als ‘significant’ beschouwd zou moeten worden.

In dit geval is aan het onderzoeksinstituut Alterra de vraag voorgelegd of de voorgenomen activiteit die in dit MER centraal staat tot significante effecten kan leiden. In het Alterra-rapport wordt deze vraag beantwoord in het slothoofdstuk, **paragraaf 6.3**, getiteld “Conclusies ten aanzien van significantie”. De tekst van deze paragraaf is hieronder integraal weergegeven:

“Voor de biotische componenten in het aandachtsgebied geldt dat significante effecten afhangen van effecten als gevolg van de bodemdaling. Deze effecten komen tot uiting in de hoogteligging van de bodem van de kwelders of de kombergingsgebieden en de oppervlaktes van de platen.
Significante effecten zullen dan ook alleen optreden indien er significante bodemdaling en/of plaatoppervlakverkleining zullen optreden of als gevolg van cumulatieve effecten. Op basis van de beste beschikbare kennis concluderen Wang en Eysink (2005) [het WL-rapport, red.] dat er geen significante veranderingen zullen optreden in bodemhoogte en plaatareaal als gevolg van de gaswinning van de nieuwe velden. De verwachte bodemdaling ligt ruimschoots binnen de natuurlijke variatie.
Op basis van de bodem- en plaatoppvervlaktevoorspellingen van Wang en Eysink (2005), de monitoringsresultaten van Ameland (Eysink 2005) [het meest recente rapport van de Begeleidingscommissie Monotoring Bodemdaling Ameland, red.] en metingen en simulaties van Alterra worden geen significante meetbare effecten op de biotiek verwacht als gevolg van de bodemdaling in kwelder- en kombergingsgebieden van de nieuwe winningsvelden.”

Referenties

6.1 Wang en Eysink, 2005. Abiotische effecten van bodemdaling in de Waddenzee door gaswinning. WL Delft (bijgevoegd op CD)

6.2 Meesters et al, 2005. Natuurwaarden in de Kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag en mogelijke effecten van bodemdaling door gaswinning. Alterra (bijgevoegd op CD)

6.3 Commissie Monitoring Bodemdaling Ameland, 2000. Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost. Evaluatie na 13 jaar gaswinning (vrij opvraagbaar)

Commissie Monitoring Bodemdaling Ameland, 2005. Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost. Evaluatie na 18 jaar gaswinning (aanvulling op rapport 2000; vrij opvraagbaar).



Aantekeningen



Inhoudsopgave

7 Effecten productie op het Lauwersmeergebied 260

7.1 Inleiding 260

7.2 Waterhuishouding 260

7.2.1 Inleiding 260

7.2.2 Effecten grondwatersysteem 261

7.2.3 Effecten oppervlaktewatersysteem 265

7.2.4 Mitigerende maatregelen 274

7.3 De levende natuur 276

7.3.1 Inleiding 276

7.3.2 Effecten bodemdaling Anjumvelden en nieuwe velden 279

7.3.3 Effecten bodemdaling van de nieuwe winningen (Moddergat, Lauwersoog, Vierhuizen) 286

7.3.4 Mitigerende maatregelen 287

7.3.5 Aandachtspunten voor de effectenvoorspelling 287



7 Effecten productie op het Lauwersmeergebied

7.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de effecten ten gevolge van bodemdaling door aardgaswinning uit de zes velden beschreven voor het Lauwersmeergebied. Evenals in **hoofdstuk 4** wordt een tweedeling aangehouden ten aanzien van effecten op het abiotische systeem (de waterhuishouding) enerzijds en het biotische systeem (levende natuur) anderzijds. De huidige waterhuishoudkundige en ecologische situatie en ontwikkelingen in het studiegebied zijn beschreven in **hoofdstuk 4**.

Ten behoeve van de effecten op de waterhuishouding is door Grontmij de 'Effectenstudie aardgaswinningen Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen' uitgevoerd [**ref. 7.2**]. Dit rapport is als achtergronddocument aan dit MER toegevoegd. De belangrijkste passages met betrekking tot de effecten van bodemdaling door gaswinning uit dit rapport zijn opgenomen in **paragraaf 7.2**.
Ten behoeve van de effecten op de levende natuur van de natuurgebieden binnen het studiegebied is door Altenburg&Wymenga de studie 'Natuurwaarden in het Lauwersmeergebied en mogelijke effecten van bodemdaling door gaswinning' uitgevoerd [**ref. 7.1**]. Ook dit rapport is als achtergronddocument aan dit MER toegevoegd. De belangrijkste passages uit dit rapport zijn opgenomen in **paragraaf 7.3**.

De effecten van de winning van de Kollumerpomperpomp- en Munnekezijlvelden aan de zuidzijde van het Lauwersmeer, zijn niet in de rapportages meegenomen. Deze winningen vallen, evenals de winning van de Anjumvelden, onder de 'autonome ontwikkeling'. De bodemdaling veroorzaakt door de Kollumerpomp- en Munnekzijlwinning cumuleert niet met de van de nieuwe winningen maar wel met die van de Anjumwinning tewijl de bodemdaling van deAnjum wel cumuleert met die van de nieuwe winningen. Daarom zijn de effecten van de winning van de Anjumvelden wel en die van de Kollumerpomp/Munnekezijlvelden niet in de studies meegenomen. De 2 cm bodemdalingscontour van de Kollumerpomp/Munnekezijlwinning raakt echter het zuidelijke deel het studiegebied en beïnvloedt daarmee het beheer van gebieden die deel uitmaken van het studiegebied, zij het in beperkte mate (maximaal ca 2 cm). Daarom is in dit hoofdstuk het cumulatieve effect van de bodemdaling door de Kollumerpomp/Munnekezijlwinning ingeschat aan de hand van de bevindingen in de rapporten.

In **paragraaf 7.2.4** wordt kort stilgestaan bij de effecten op de overige functies binnen het studiegebied.

7.2 Waterhuishouding

7.2.1 Inleiding

Het watersysteem in het binnendijkse studiegebied is vrijwel geheel kunstmatig. Effecten van bodemdaling hangen nauw samen met de beïnvloeding van peilregelende kunstwerken waardoor negatieve effecten meestal kunnen worden opgevangen binnen het waterbeheer.

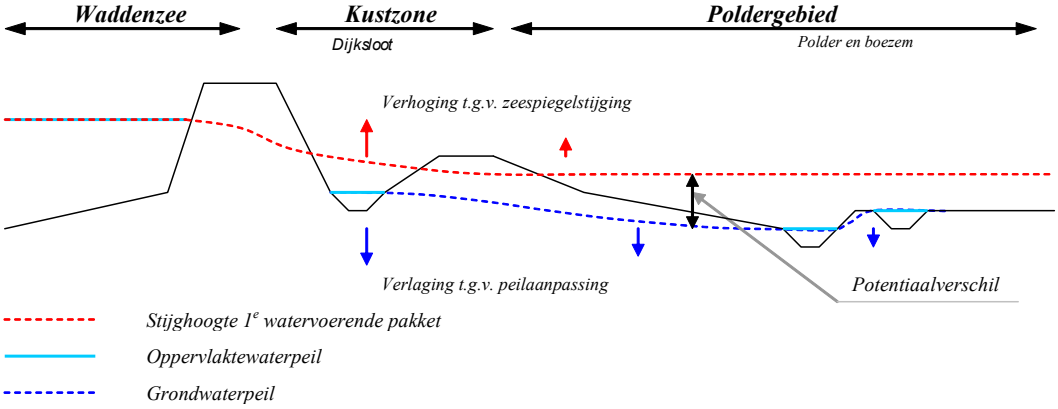
De meest voor de handliggende effecten van bodemdaling bij een ongewijzigd peilbeheer hebben betrekking op het oppervlaktewatersysteem. Het gaat daarbij om de stijging van het oppervlaktewaterpeil ten opzichte van de (dalende) omgeving. Voor de betreffende gronden brengt dat een toename in het areaal geïnundeerd gebied en de inundatiefrequentie en hoogte met zich mee; voor de betreffende peilregelende kunstwerken veranderde lozingsomstandigheden.

De effecten van bodemdaling op het grondwatersysteem (het watersysteem beneden de grondwaterspiegel) zijn minder direct en eenduidig omdat ze mede bepaald worden door:

- de afstand van het dalingsgebied tot de kust (in verband met de weerstand van de ondergrond die toeneemt met de afstand)
- de regionale en lokale grondwatersituatie
- de hydraulische eigenschappen van de ondergrond
- het gevoerde waterbeheer

Bodemdaling heeft in eerste instantie een effect op de drooglegging van de gronden. Om de gewenste drooglegging te handhaven of te herstellen, kan binnen het beheer worden besloten tot peilaanpassingen. Effecten van bodemdaling zijn over het algemeen pas merkbaar als de peilaanpassing wordt doorgevoerd omdat daardoor het verschil tussen de opwaartse waterdruk vanuit de ondergrond (stijghoogte eerste watervoerende pakket) en de 'tegendruk' van het grondwater (dat samenhangt met het oppervlaktewaterpeil) wordt beïnvloed. Wijzigingen in het potentiaalverschil hebben een effect op de kwelstromen. In het geval van bodemdaling houdt dat meestal een drukverhoging vanuit de ondergrond in waardoor de verzilting kan toenemen. Of binnen het beheer het waterpeil wordt aangepast is afhankelijk van de doelstellingen van het gebied zoals landgebruik en de mate van acceptatie van een zoutere en nattere situatie.

Schematisch is de invloed van zeespiegelstijging en oppervlaktewaterpeilverlaging op de grondwaterstroming in onderstaand dwarsprofiel (figuur 7.1) weergegeven. Bij zeespiegelstijging neemt de stijghoogte toe terwijl door verlaging van het oppervlaktewaterpeil ook het peil van het grondwater afneemt. In beide gevallen kan daardoor het potentiaalverschil toenemen wat gevolgen kan hebben voor de kwaliteit van het oppervlaktewater. Deze processen zijn in de figuur met gekleurde peilen weergegeven.



Figuur 7.1. Dwarsprofiel noord-zuid ten westen Lauwersmeergebied [ref 7.2]

De effecten op het grondwatersysteem worden beschreven aan de hand van veranderingen in het potentiaalverschil als gevolg van bodemdaling al dan niet in combinatie met peilaanpassingen om de effecten van bodemdaling op te vangen. Het effect van veranderingen in het potentiaalverschil is verschillend voor de zones die binnen het studiegebied op basis van de afstand tot de kust en de hoogteligging zijn onderscheiden: de kustzone, het poldergebied en het Lauwersmeergebied (zie Hoofstuk 4).

De effecten op het oppervlaktewatersysteem worden beschreven aan de hand van de die aspecten die van belang zijn voor zowel het water als het natuurbeheer. Nagenoeg alle effecten van bodemdaling door gaswinning kunnen door beheermaatregelen worden opgevangen. Hiervoor zijn of worden in overleg met betrokkenen al structuren opgezet en voorzieningen getroffen (zie H4). Bij het bepalen van de effecten is rekening gehouden met de onzekerheidsmarges zoals aangegeven in hoofdstuk 5.

7.2.2 Effecten grondwatersysteem

Binnen het grondwatersysteem worden in het onderliggende rapport [ref. 7.2] een drietal zones onderscheiden. De effecten van bodemdaling door gaswinning worden eerst per

zone op hoofdlijnen besproken. Tot slot wordt een overzicht gegeven van de te verwachten effecten en waarbij de effecten voor zover mogelijk worden gekwantificeerd.

De kustzone
De kustzone is een relatief hoog gelegen gebied met een drooglegging van circa1,50 m. Een vermindering van de drooglegging met bijvoorbeeld 12 cm (de maximale bodemdaling door gaswinning) hoeft geen nadelige effecten te hebben op de akkerbouw in dit gebied (zie verder paragraaf 7.4). Daarom is het in de kustzone niet altijd noodzakelijk het waterpeil met de bodemdaling mee te laten zakken. Als peilaanpassingen nodig zijn kan het potentiaalverschil en daarmee ook de verzilting in het gebied toenemen temeer als door zeespiegelstijging het potentiaalverschil verder oploopt en de deklaag boven het watervoerende pakket een geringe weerstand heeft.

Het poldergebied
Het poldergebied is een relatief laaggelegen gebied met een laag polderpeil (circa NAP -1,50 m). Door het grote peilverschil tussen de zee en de polder en de lokaal zeer dunne weerstandsbiedende laag (afgeticheld), is de (zoute) kweldruk er hoog en daarmee ook de chloride concentraties in het oppervlaktewater en natte percelen.

Ook in het poldergebied gaat bodemdaling niet automatisch gepaard aan een peilaanpassing. Peilaanpassingen worden alleen doorgevoerd als sprake is van een ongewenste verandering in de drooglegging of waterafvoer. Grote delen van het poldergebied zijn in verband met de huidige zilte toestand alleen nog maar geschikt voor grasland en hebben een beperkte drooglegging (zie verder paragraaf 7.4). Hierdoor leidt een beperkte stijging van het grondwater door bodemdaling niet meteen tot een onwenselijke situatie. afhankelijk van de grondwatersituatie, de hydraulische eigenschappen van de ondergrond en de afstand tot de kust kan peilaanpassing een toename van de zoute kwel en de verzilting met zich mee kan brengen.

Zeespiegelstijging heeft in het poldergebied niet tot nauwelijks invloed op de verzilting vanwege de grote weerstand van de ondergrond (a.g.v. de afstand tot de kust). Verhoogde indringing van zeewater en een verhoogde kweldruk speelt hier dan ook geen rol van betekenis

In het poldergebied liggen ook natuurgebieden waar gewaardeerde zilte vegetaties voorkomen. In dergelijke gebieden kan enige mate van verzilting en/of vernatting vanuit het oogpunt van natuurbeheer zelfs wenselijk zijn. In het natuurgebied de Anjumer Kolken is dit het geval. Daar leidt het verlagen van de waterstand tot het stimuleren van de zoute kwel, wat een positief effect heft op de voor deze brakke polders kenmerkende flora en fauna. Om inklinking en oxidatie van het veen te voorkomen kan ook vernatting juist wenselijk zijn. Echter, het veenpakket is ter plekke al zo dun dat peilaanpassingen niet of nauwelijks effect hebben.

Het Lauwersmeer
Voor wat het grondwater betreft is het Lauwersmeer onderverdeeld in de kustzone van het meer en het resterende deel. Door de peilverschillen tussen het oppervlaktewater van het Lauwersmeer, het omliggende gebied en de Waddenzee, is er lokaal sprake van grondwaterstroming van en naar het Lauwersmeer. Het peilverschil tussen Waddenzee en de kustzone van het Lauwersmeer veroorzaakt een landinwaarts gerichte ‘dijkskwel’. De toename in dijkskwel als gevolg van bodemdaling door gaswinning is relatief klein gelet op de verwachte daling en zeer klein vergeleken met de toename door zeespiegelstijging. De bodemdalingsprognose in de kustzone van het Lauwersmeer laat namelijk een daling tussen de 1,5 en 6 cm zien tot 2040. Absoluut gezien is er dan sprake van een toename met enkele millimeters per jaar.
Een effect van de bodemdaling door gaswinning op de verzilting van het Lauwersmeer zelf wordt niet verwacht gelet op de grote ‘tegendruk’ van het oppervlaktewater en het beperkte effect van bodemdaling op de grondwaterstromen. Bovendien valt het verziltingeffect weg tegen de schommelingen in het zoutgehalte van het water als gevolg van de wisselende aanvoer van water uit het achterland in de loop van het jaar (laag in de zomer; hoog in winter).

TNO onderzoek
In 1997 heeft TNO-NITG [ref. 7.8] onderzoek gedaan naar het effect van aardgas- en zoutwinning en zeespiegelstijging (60 cm/eeuw) op de verzilting. Daarbij is de bodemdaling gelijkgesteld aan peilverlaging en is uitgegaan van een relatief grote bodemdaling. Uit het onderzoek is gebleken dat het effect merkbaar is langs de Waddenzeekust, rond het Lauwersmeer en in Noord oost Friesland. Langs de kust is de toename in (kwel)fluxen zeer klein (<10mm/j), rond het Lauwersmeer klein (10-20 mm/j) en in Noord-Oost Friesland het grootst. De toename van de zoutbelasting op de deklaag is echter niet groot (maximaal een toename van 500-1.000 kg/ha/jaar) en vindt plaats in de westelijke omgeving van het Lauwersmeer. De daadwerkelijke extra verzilting die optreed als gevolg van bodemdaling is zeer klein 0,1-0,2 kg/m³ [ref. 7.8].
Door zeespiegelstijging neemt de stijghoogte van het eerste watervoerende pakket in de kustzone toe. De toename is gering maar merkbaar tot 6 km landinwaarts vooral in Noodoost Friesland. De toename van de zoutbelasting op de deklaag is merkbaar in de randzone langs de kust en het sterkst bij het Lauwersmeer. De extra verzilting die daardoor kan optreden is niet groot (tot 0,4 kg/m³).

Conclusie
Bodemdaling heeft in het plangebied, gelet op de relatief geringe daling en het beperkte effect op de grondwaterstromen, géén effect op de verzilting. Echter, door peilverlagingen die soms nodig zijn om de effecten van bodemdaling op te heffen, kan vooral in (laaggelegen) poldergebieden de kwelflux toenemen. Peilaanpassingen zijn niet noodzakelijk als ten aanzien van het gebruik een kleinere drooglegging of een toename van de kwelflux met enkele millimeters per jaar acceptabel is.
Zeespiegelstijging heeft voornamelijk een effect op de verzilting in de kustzone en met name die van het Lauwersmeer. Het effect is echter niet groot.

Overzicht effecten op grondwatersysteem
De effecten van bodemdaling door gaswinning en zeespiegelstijging op het grondwatersysteem zijn per zone in geschat omdat lokaal niet over voldoende detailinformatie kon worden beschikt. Om een zo goed mogelijke kwantitatieve inschatting van de effecten te kunnen maken, is gebruik gemaakt van de veranderingen in het peilverschil tussen de Waddenzee en het binnendijkse gebied. Veranderingen in het peilverschil gaan gepaard met veranderingen in het potentiaalverschil tussen het eerste watervoerende pakket en het freatische grondwater/oppervlaktewatersysteem. Afhankelijk van de veranderingen in het peil/potentiaalverschil, de afstand van het gebied tot de kust en de hydraulische omstandigheden in de ondergrond neemt de verzilting in de binnendijkse gebieden toe of af (zie 7.2.1). Een toename van het potentiaalverschil gaat over het algemeen gepaard met een toename van de (zoute) kweldruk en daarmee de verzilting van het oppervlaktewater.

De veranderingen in de peilverschillen zijn voor de verschillende zones binnen het grondwatersysteem, samengevat in tabellen 7.1 t/m 7.3. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen de veranderingen als gevolg van de autonome ontwikkeling (Anjum-, Kolllumpomp en Munnekezijlvelden; (tabel 7.1), de nieuwe winningen (Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen; tabel 7.2) en alle winningen vanaf het begin van de Anjum-Kollumerpomppomp- en Munnekezijlwinning (tabel 7.3).

Tabel 7.1a Veranderingen in de peilverschil tussen de Waddenzee en het binnendijkse gebied in de autonome ontwikkeling

Autonome ontwikkeling			
Dijkskwel:	Prognose bodemdaling (cm)	Zeespiegelstijging (cm)	Toekomstig verschil (cm)
Kustzone Fryslân	2-10	30	62-70
Kustzone Lauwersmeer	2-8	30	125-128
Kustzone Groningen	2-4	30	182-184
Grondwaterkwel:	Prognose bodemdaling (cm)	Zeespiegelstijging (cm)	Toekomstig verschil (cm)
Poldergeb. Fryslân	2-12	geen invloed	67-77
Poldergeb. Groningen	4-6	geen invloed	12-14
Lauwersmeer	4-8	geen invloed	4-8

Tabel 7.1b Percentuele bijdrage en toe-/afname van bodemdaling in de toename van het peilverschil.

Autonome ontwikkeling			
Dijkskwel:	Absolute toename van verschil (cm)	Aandeel bodemdaling in verschil (%)	Toename verschil t.g.v. bodemdaling (%)
Kustzone Fryslân	32-40	3-14	7-33
Kustzone Lauwersmeer	32-38	26-30	2-9
Kustzone Groningen	32-34	1-2	1-3
Grondwaterkwel:	Absolute toename van verschil (cm)	Aandeel bodemdaling in verschil (%)	Toename verschil t.g.v. bodemdaling (%)
Poldergeb. Fryslân	2-12	3-16	3-18
Poldergeb. Groningen	4-6	33-43	50-75
Lauwersmeer	4-8	100	0

Conclusies autonome ontwikkeling

Als gevolg van de bodemdaling door gaswinning van de huidige winningen neemt het peilverschil in de kustzones en de poldergebieden toe. De toename van het verschil als gevolg van bodemdaling neemt vooral in de kustzone van Fryslân toe en in het poldergebied van Groningen toe.

Tabel 7.2a Veranderingen in de peilverschil tussen de Waddenzee en het binnendijkse gebied door de nieuwe winningen

Nieuwe winningen Moddergat, Lauwersoog, Vierhuizen			
Dijkskwel:	Prognose bodemdaling (cm)	Zeespiegelstijging (cm)	Toekomstig verschil (cm)
Kustzone Fryslân	2-10	30	62-70
Kustzone Lauwersmeer	2-4	30	125-127
Kustzone Groningen	0	30	180
Grondwaterkwel:	Prognose bodemdaling (cm)	Zeespiegelstijging (cm)	Toekomstig verschil (cm)
Poldergeb. Fryslân	2-8	geen invloed	67-73
Poldergeb. Groningen	0	geen invloed	8
Lauwersmeer	0	geen invloed	0

Tabel 7.2b Percentuele bijdrage en toe-/afname van bodemdaling in de toename van het peilverschil

Nieuwe winningen Moddergat, Lauwersoog, Vierhuizen			
Dijkskwel:	Absolute toename van verschil (cm)	Aandeel bodemdaling in verschil (%)	Toename verschil t.g.v. bodemdaling (%)
Kustzone Fryslân	32-40	3-14	7-33
Kustzone Lauwersmeer	32-34	2-3	2-4
Kustzone Groningen	0	0	0
Grondwaterkwel:	Absolute toename van verschil (cm)	Aandeel bodemdaling in verschil (%)	Toename verschil t.g.v. bodemdaling (%)
Poldergeb. Fryslân	2-8	3-11	3-12
Poldergeb. Groningen	0	0	0
Lauwersmeer	0	0	0

Conclusies nieuwe velden

Als gevolg van de nieuwe winningen neemt het peilverschil toe in de kustzone van Fryslân, Lauwersmeer en het poldergebied van Fryslân. Er zijn geen effecten in de kustzone van Groningen en de poldergebieden Groningen en Lauwersmeer.

Tabel 7.3a Veranderingen in de peilverschil tussen de Waddenzee en het binnendijkse gebied door alle winningen vanaf het begin van de Anjum- en Munnekezijlwinning

Alle winningen vanaf begin Anjum-, Kollumerpomppomp- en Munnekezijlwinning			
Dijkskwel:	Prognose bodemdaling (cm)	Zeespiegelstijging (cm)	Toekomstig verschil (cm)
Kustzone Fryslân	2-16	30	62-76
Kustzone Lauwersmeer	4-12	30	127-135
Kustzone Groningen	2-4	30	182-184
Grondwaterkwel:	Prognose bodemdaling (cm)	Zeespiegelstijging (cm)	Toekomstig verschil (cm)
Poldergeb. Fryslân	2-16	geen invloed	67-81
Poldergeb. Groningen	4-6	geen invloed	12-14
Lauwersmeer	4-10	geen invloed	4-10

Tabel 7.3b Percentuele bijdrage en toe-/afname van bodemdaling in de toename van het peilverschil

Alle winningen vanaf begin Anjum-, Kollumerpomppomp- en Munnekezijlwinning			
Dijkskwel:	Absolute toename van verschil (cm)	Aandeel bodemdaling in verschil (%)	Toename verschil t.g.v. bodemdaling (%)
Kustzone Fryslân	32-46	3-21	7-53
Kustzone Lauwersmeer	34-42	3-9	4-13
Kustzone Groningen	32-34	1-2	1-3
Grondwaterkwel:	Absolute toename van verschil (cm)	Aandeel bodemdaling in verschil (%)	Toename verschil t.g.v. bodemdaling (%)
Poldergeb. Fryslân	2-16	3-20	3-25
Poldergeb. Groningen	4-6	33-43	50-75
Lauwersmeer	4-10	100	0

Conclusies alle winningen vanaf begin Anjum-, Kollumerpomppomp- en Munnekezijlwinning
Als gevolg van alle winningen neemt het peilverschil tussen toe in de kustzones en poldergebieden. De toename van het verschil als gevolg van bodemdaling neemt vooral in de kustzone van Fryslân en Lauwersmeer toe en in het poldergebied van Friesland en Groningen. Toename van het peilverschil kan een verhoging van de verzilting veroorzaken

Eindconclusie effecten op het grondwatersysteem
Uit een vergelijking van de tabellen over de dijkskwel en de grondwaterkwel in de autonome ontwikkeling en als gevolg van alle winningen, valt op te maken dat de nieuwe winningen relatief weinig effect hebben op het potentiaalverschil en daarmee de verzilting in het binnendijkse gebied. Als gevolg van de nieuwe winningen neemt het potentiaalverschil bij de dijkskwel in de kustzone van Fryslân en het Lauwersmeer iets toe en neemt ook het potentiaalverschil bij de grondwaterkwel in de poldergebieden van Fryslân en het Lauwersmeer iets toe. De toename van de verschillen kunnen echter als marginaal worden beschouwd.

7.2.3 Effecten oppervlaktewatersysteem

Binnen het oppervlaktewatersysteem worden in het onderliggende MER-rapport ([ref. 7.2]) enkele deelgebieden en een groot aantal afwateringsgebieden onderscheiden. Een bespreking van alle gebieden afzonderlijk is te omslachtig temeer daar er in veel afwateringsgebieden niet af nauwelijks sprake is van een duidelijk effect en om het verschillende soorten effecten gaat. Daarom worden eerst de effecten op die onderdelen besproken die van belang zijn voor het water/natuurbeheer waarbij in grote lijnen wordt aangegeven in welk deel van het studiegebied ze een rol van betekenis spelen. Tot slot wordt een overzicht gegeven van de te verwachten effecten waarbij de effecten zoveel mogelijk worden gekwantificeerd en wordt aangegeven in welke deel- of afwateringsgebieden het effect zich voordoet.



Gebieden met een eigen peilbeheer (agrarisch en militair gebied)

Verhang, waterstanden, opvoerhoogte en drooglegging
Door bodemdaling als gevolg van aardgaswinning daalt niet alleen het maaiveld, maar ook het peilregelende kunstwerk (gemalen, stuwen en inlaten). Zonder maatregelen vindt er in het gebied automatisch een peilverhoging plaats ter grootte van de daling. Daarmee neemt ook de opvoerhoogte van het gemaal toe en de gemaalcapaciteit af.
Wanneer de daling slechts in een deel van een gebied plaatsvindt, kan er een verandering in het verhang en de waterafvoer optreden. Een gebied kan meer gaan hellen, of juist minder gaan hellen. Wanneer een gebied meer gaat hellen, kan de afwatering zodanig versnellen dat gebieden droger worden, wanneer een gebied minder gaat hellen, kan er vernatting optreden door het stagneren van de afvoer. Dit kan de waterhuishouding zowel negatief als positief beïnvloeden.

Voor het bepalen van deze effecten op peilbeheer wordt een methodiek (zie tekstkader) toegepast zoals die algemeen geaccepteerd is door provincies en waterbeheerders. De methodiek wordt onder andere toegepast in de onderzoeken voor de Bodemdalingcommissie en is uitgebreid verwoord in het waterhuishoudkundige rapport dat in het kader van dit MER is uitgevoerd (paragraaf 5.2.2) [ref. 7.2].

Methodiek
aandachtsgebied
Onderzocht is waar het verschil in bodemdaling binnen een afwateringsgebied 4 centimeter of meer bedraagt. Deze norm wordt doorgaans gehanteerd bij het bepalen van compenserende maatregelen. Een daling van minder dan 4 centimeter is in het dagelijks waterbeheer nauwelijks merkbaar.
Als eerste stap is de minimale daling per afwateringsgebied bepaald. Vervolgens is per afwateringsgebied de maximale daling bepaald. Indien dit verschil 4 centimeter of meer bedraagt is sprake van een aandachtsgebied.

drooglegging
De verandering in drooglegging kan worden bepaald door de nieuwe hoogte van het peilregelende kunstwerk te berekenen. Wanneer er vanuit wordt gegaan dat er geen aanpassingen aan het kunstwerk worden doorgevoerd zal ook het peil evenzoveel zakken. Op basis van deze nieuwe peilen is een nieuwe drooglegging berekend.
Het berekenen van de drooglegging kan op basis van de peilgebieden en maaiveldhoogte worden uitgevoerd. Echter is dit niet de werkelijke drooglegging. Daarbij spelen zaken als opbolling, opstuwing van water door krappe duikers en dergelijke eveneens een belangrijke rol. Wanneer er sprake is van gebieden met een hoge interne weerstand en de daling van het peil is beperkt (circa 5-10 centimeter) mag worden aangenomen dat de daadwerkelijke drooglegging in een groot deel van het gebied niet of nauwelijks wijzigt.

watergangen en kleine niet-peilregelende kunstwerken
Watergngen en kleine kunstwerken zijn in de methodiek niet meegenomen. Uit andere bodemdalingstudies is gebleken dat effecten van bodemdaling door gaswinning op de watergangen en niet peilregelende kunstwerken binnen afwateringseenheden tot circa 1000 hectare verwaarloosbaar klein zijn [ref. 7.2].

Het Lauwersmeer

Capaciteit Lauwersoog spuisluizen
De spuisluizen bij Lauwersoog dalen als gevolg van de gaswinning enkele cm. Onder normale omstandigheden houdt dat geen verandering in voor de lozingsomstandigheden. De capaciteit van de kokers wordt theoretisch iets groter door een groter nat profiel. Bij extreem hoge waterstanden zal het water de bovenzijde van de kokers iets sneller “raken” waardoor als gevolg van wrijvingsverlies de capaciteit iets kan afnemen. Vooralsnog mag worden aangenomen dat de invloed van aardgaswinning weinig tot geen negatieve invloed op de capaciteit van de spuisluizen zal hebben.

Door een daling van de onderzijde van de spuikokers kan bij gelijkblijvende spuipeilen de indringing van het zeewater tijdens het spuien (de zogenaamde zouttong) iets toenemen omdat het doorstromingsoppervlak iets toeneemt en het zeewater een hoger soortelijk gewicht heeft dan het zoete binnenwater. Gelet op de grote variatie in de peilen waarbij het waterbezwaar wordt geloosd, wordt er geen invloed van betekenis op de verzilting verwacht.

Inundatie, berging en kaden
Door bodemdaling in het Lauwersmeer zal - bij gelijkblijvend peil - een groter gebied inunderen en zal de inundatiefrequentie en -hoogte van de aangrenzende gronden veranderen. De mate waarin dit zal plaatsvinden is alleen modelmatig te kwantificeren omdat hierin hydraulische omstandigheden en de morfologie van het gebied een belangrijke rol speelt. De volgende analyse is kwalitatief te maken. Door de daling van het maaiveld zal bij een gelijkblijvend peil het oppervlak aan open water toenemen; een groter gedeelte van het oevergebied van het meer komt onder water te staan. Als het oppervlak toeneemt, is relatief meer water nodig om een bepaalde peiloverschrijding te krijgen. De overschrijdingsfrequentie zal dan ook afnemen terwijl de hoogste overschrijdingen minder frequent zullen optreden. Een en ander hangt samen met de morfologie van de oevers (het inundatiegebied).
Door het toenemende wateroppervlak zal het bergingsvolume toenemen als de waakhoogte van de kades behouden blijft door ophoging of bijstelling binnen het beheer. Als de kades niet worden opgehoogd en de huidige waakhoogte wordt aangehouden, neemt het bergingsvolume af. Overigens is voor het peilbeheer van het Lauwersmeer het bergingsvolume minder van belang dan de bergingscapaciteit.

De gebieden/wateren die direct afwateren op het Lauwersmeer
De peilregelende kunstwerken van de Electraboezem en Friese Boezem en de aanliggende gronden dalen niet. Bij gelijkblijvend streefpeil op het Lauwersmeer heeft dat geen negatieve effecten voor de Electraboezem en de Friese boezem.

In de gebieden die in open verbinding staan met het Lauwersmeer kan, bij een gelijkblijvend streefpeil (NAP –0,93 m), de drooglegging afnemen omdat ze als gevolg door de relatieve peilstijging sneller en frequenter inunderen.

Overzicht effecten oppervlaktewatersysteem
Effecten van bodemdaling door gaswinning op het oppervlaktewatersysteem hebben nagenoeg allemaal betrekking op zaken die binnen het beheer kunnen worden opgevangen. Zoals in Hoofdstuk 5 is aangegeven zijn en worden daarvoor in overleg met betrokkenen structuren opgezet en voorzieningen getroffen.

Het studiegebied is opgebouwd uit een groot aantal afwateringsgebieden waarvan de meeste een min of meer eigen waterbeheer hebben. In het waterhuishoudkundige rapport dat voor dit MER is opgesteld (ref. 7.1) wordt per afwateringsgebied de effecten van de bodemdaling door gaswinning op de afwatering en de kerende hoogte van kaden en dijken beschreven. Daarom wordt hier niet uitgebreid ingegaan op de veranderingen in de afzonderlijke afwateringsgebieden en wordt volstaan met een overzicht van de effecten in de deelgebieden zoals die in het oppervlaktewatersysteem in Hoofdstuk 4 zijn onderscheiden. De effecten van bodemdaling door gaswinning op de hoogte van kaden en dijken, de drooglegging en de opvoerhoogte van gemalen worden beschreven voor de autonome ontwikkeling (Anjum-, Kollumerpomperpomp- en Munnekzijlvelden), de nieuwe winningen (Moddergat, Lauwersoog, Vierhuizen) en alle winningen samen vanaf het begin van de Anjum-, Kollumerpomperpomp- en Munnekezijlwinning.

In het studiegebied ligt in totaal 183,2 kilometer kade. Daarvan ligt ongeveer 113,7 kilometer langs de Friese Boezem (Dokkumer Ee). Ten behoeve van de analyse zijn de kaden en dijken opgedeeld in 3.875 kadevakken. Per kadevak is de maximale daling bepaald. De laagste en hoogste daling ter plaatse van een kade bedraagt respectievelijk 0 (buiten het dalingsgebied) en 12 centimeter. De totale verdeling van de bodemdaling is in de tabellen weergegeven.



De zeewering in het studiegebied ligt vooral in het Friese gedeelte. De totale lengte van het gedeelte binnen het dalingsgebied is in ongeveer 43,4 kilometer. Ten behoeve van de analyse is dit opgedeeld in 2100 kadevakken. De laagste en hoogte daling bedraagt respectievelijk 0 en 12 centimeter. De totale verdeling van de daling is in de tabellen weergegeven.

Autonome ontwikkeling (Anjum-, Kollumerpomppomp- en Munnekzijlvelden)
Als gevolg van de huidige gaswinningen daalt de bodem rondom het Lauwersmeer tot 12 cm. Het diepste deel van de schotelvormige daling ligt nabij het noordelijke deel van Anjumer Kolken. De sluizen bij Lauwersoog dalen 2 cm. Dit heeft waarschijnlijk nauwelijks effect op de spuicapaciteit.
Het Lauwersmeer zelf inclusief de vrij afstromende gronden binnen het Lauwersmeer dalen tussen 4 a 6 cm in het oostelijke deel tot 6 a 10 cm in het westelijke deel. Bij gelijkblijvend streefpeil zullen lage, vrij afstromende gronden richting Lauwersmeer sneller inunderen en zal de drooglegging minder worden minder. Bij de gemalen die op het Lauwersmeer uitslaan wordt de opvoerhoogte groter.
De effecten op de Friese Boezem, de Electra Boezem en de aanliggende gronden zijn in de studie niet meegenomen. Waarschijnlijk zal de bodemdaling op de afvoercapaciteit van beide boezems geen nadelige effecten opleveren. De kaden rondom het Lauwersmeer, langs de Friese Boezem en de Electra Boezem en de zeedijk dalen binnen de dalingsschotel (zie tabel 7.4). In de autonome ontwikkeling daalt de zeedijk 3 cm of meer over 14 km. Bij de kade om het Lauwersmeer is dit 27,9 km.
Voor de effecten op de drooglegging en opvoerhoogte in de afwateringsgebieden wordt verwezen naar tabel 7.5.

Tabel 7.4a: Verdeling bodemdaling over kadevakken Lauwersmeerkade

Lauwersmeerkade autonome ontwikkeling											
Daling (cm)	<3	3	4	5	6	7	8	9	10	Totaal	
Lengte	5,2	5,8	5,5	9,2	7,4	1,4	1,9	2,0	2,7	41,1	kilometer
Percentage	12,7	14,1	13,4	22,4	18,0	3,4	4,6	4,9	6,6	100,0	% t.o.v. totaal

Tabel 7.4b: Verdeling bodemdaling over kadevakken zeewering

Zeedijk autonome ontwikkeling							
Daling (cm)	<3	3	4	5	6	Totaal	
Lengte	16,3	3,9	2,8	1,3	3,4	27,7	kilometer
Percentage	58,8	14,1	10,1	4,7	12,3	100,0	% t.o.v. totaal

Tabel 7.5: Effectenmatrix drooglegging en opvoerhoogte in de autonome ontwikkeling
NB: de gebiedsnummers verwijzen naar de afwateringsgebieden uit het waterhuishoudkundige rapport.

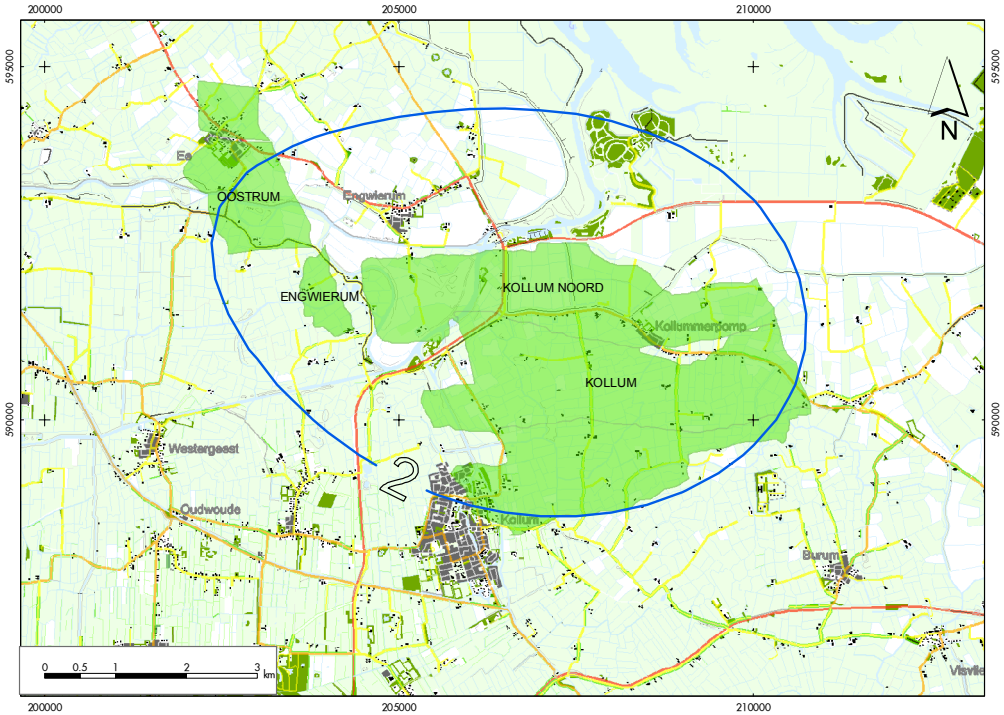
Wijziging: / **Gebied**	**Drooglegging + = toename - = afname cm**	**opvoerhoogte gemaal + = toename - = afname cm**
Het Lauwersmeer	-4 in zuidoosten -9 in noordwesten -9 gebied 20	+6 gemaal gebied 29
Marnerwaard	-	+2 gemaal Robbengat

Dongerdielen	+4 in gebied 26 +4 in gebied 11 -4 in gebied 2 +9 in gebied 18	+1 gemaal gebied 11 +1 gemaal gebied 12 +5 gemaal gebied 3,4,7,8 +2 gemaal gebied 13 +9 gemaal Dongerdielen

Zoals aangegeven in paragraaf 7.1 zijn de Kollumerpomperpomp- en Munnekezijlvelden niet in de studies meegenomen. In figuur 7.2 en 7.3 zijn de dalingscontouren uit de laatste winningsplannen van de betreffende locatiesweergegeven. De nog te verwachten bodemdaling door de winning van de Kollumerpomperpomp- en Munnekezijlvelden is ca 2 cm. Uit de kaarten blijkt dat de bodemdalingsgebieden de grenzen van het studiegebied raken en daarmee het beheer in het studiegebied beinvloeden, zij het marginaal (circa 2 cm).
Ten aanzien van de betrokken agrarische gebieden betekent dit:

- Dat er meer agrarisch gebied binnen de te beschouwen dalingschotel valt
- Dat het areaal agrarisch gebied binnen de 4 cm-contour van het studiegebied niet groter wordt
- Dat de 'nieuwe' agrarische gebieden binnen het uitgebreide bodemdalingsgebied een daling kennen van ca 2 cm wat conform de bevindingen van de Grontmij geen waarneembare effecten met zich mee brengt

In het gebied langs de zuidrand van het studiegebied worden geen negatieve effecten op de waterhuishouding verwacht door cumulatie van de bodemdaling als gevolg van de nieuwe en alle bestaande winningen (Anjum, Kollumerpomperpomp, Munnekezijl).



Figuur 7.2 Nog te verwachten bodemdaling (2003 – 2017) veroorzaakt door de gasproductie uit de Kollumerpomperpomp velden (cm)

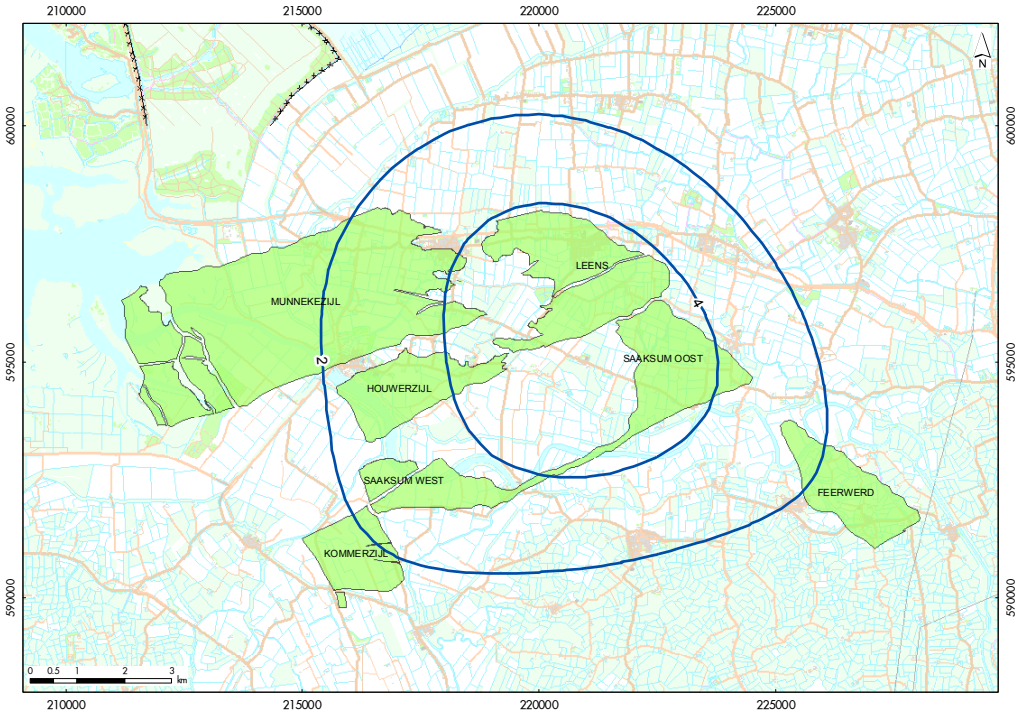


Fig. 7.3 Te verwachten totale bodemdaling (2005 – 2029) veroorzaakt door de gasproductie uit de Munnekezijl velden (cm).

Nieuwe winningen (Moddergat, Lauwersoog, Vierhuizen)
De winning op locatie Vierhuizen heeft nauwelijks effect. De bodemdaling als gevolg van deze winning is minder dan 2 cm.

De winning op de locatie Lauwersoog heeft enig effect. De contourlijn van 2 cm daling raakt de Zeedijk tussen De Hoek van Band en de polder De Marnewaard die daarmee maximaal 2 cm daalt. De sluizen bij Lauwersoog dalen 2 cm. Dit heeft nauwelijks effect op de spuicapaciteit. Het Lauwersmeer zelf en de omliggende gebieden dalen niet of nauwelijks.

De bodemdaling als gevolg van de winning op de locatie Moddergat bedraagt maximaal 10 cm. Het diepste deel van de schotelvormige daling ligt nabij de Waddenkust ter hoogte van afwateringsgebied 25. Het Lauwersmeer daalt alleen in het uiterste noordwesten tussen 2 en 6 cm. De oostelijk gelegen lage gronden van de Hoek van Band krijgen daardoor een kleinere drooglegging en zullen frequenter inunderen. Binnen de afwateringsgebieden in het noorden van het Friese deel wordt de drooglegging overwegend kleiner.

Indien alle drie de nieuwe winningslocaties in productie worden genomen beïnvloeden de dalingsschotels elkaar. De winning vanaf locatie Vierhuizen heeft geen zichtbaar effect op de contourlijnen. Door de winning vanaf locatie Lauwersoog buigen de contourlijnen van 2 en 4 cm, veroorzaakt door de winning vanaf locatie Moddergat wat meer in oostelijke richting af. Globaal kan worden gesteld dat de effecten op de waterhuishouding in het Friese deel gelijk zijn als bij de winning vanaf locatie Moddergat. Bij gezamenlijke winning is er ook effect op de spuisluis van Lauweroog, zij het minimaal. De zeedijk daalt 3 cm of meer over een afstand van 18,2 km; de kade om het Lauwersmeer over een afstand van 3,6 km (**tabel 7.6**). Voor de effecten op de drooglegging en opvoerhoogte in de afwateringsgebieden wordt verwezen naar **tabel 7.7**.



Tabel 7.6a Verdeling bodemdaling over kadevakken Lauwersmeerkade nieuwe winningen

Lauwersmeerkade winning Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen								
Daling (cm)	<3	3	4	5	6	7	Totaal	
Lengte	37,5	1,5	0,7	0,6	0,5	0,3	41,1	kilometer
Percentage	91,2	3,6	1,7	1,5	1,2	0,7	100,0	% t.o.v. totaal

Tabel 7.6b Verdeling bodemdaling over kadevakken zeewering nieuwe winningen

Zeedijk winning Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen											
Daling (cm)	<3	3	4	5	6	7	8	9	10	Totaal	
Lengte	9,5	4,6	2,1	2,0	1,5	1,0	1,1	1,2	4,7	27,7	kilometer
percentage	34,3	16,6	7,6	7,2	5,4	3,6	4,0	4,3	17,0	100,0	% t.o.v. totaal

Tabel 7.7 Effectenmatrix drooglegging en opvoerhoogte nieuwe winningen

Wijziging: / **Gebied**	**Drooglegging + = toename - = afname cm**	**opvoerhoogte gemaal + = toename - = afname cm**
Het Lauwersmeer	-5 in noordwesten	
Marnerwaard		
Dongerdielen	-4 in gebied 26 (nw) -10 in gebied 2 -8 in gebied 18	+2 gemaal gebied 11 +2 gemaal gebied 12

Alle winningen vanaf het begin van de Anjum, Kollumerpomperpomp en Munnekezijl

Als gevolg van de nieuwe winning neemt de bodemdaling met 4 cm toe tot 16 cm in het diepste punt van de dalingschotel. Het diepste deel van de dalingsschotel verschuift in noordwestelijke richting. De contourlijnen verschuiven in het westen iets in noordwestelijke richting. In het zuidoostelijke deel van het Lauwersmeer wijzigen de contourlijnen nauwelijks. In het noordelijke deel van het Lauwersmeer buigen de contourlijnen meer naar het noorden af.

In het Lauwersmeer dalen de spuisluizen bij Lauwersoog 5 á 6 cm in plaats van 2 cm. De vrij liggende gronden in het Lauwersmeer dalen in het westen en noordoosten circa 2 tot 4 cm meer. Hierdoor wordt de drooglegging van deze gronden minder en zullen ze vaker inunderen.

De effecten op de Friese Boezem en de Electra Boezem zijn waarschijnlijk in de autonome situatie gelijk aan de situatie met de drie nieuwe winningen.

De bodemdalingseffecten van de nieuwe winningen op de waterhuishouding in de afwateringsgebieden in het Friese en het Groningse deel zijn vergelijkbaar met de effecten zonder de nieuwe winningen. De effecten verschillen iets op lokaal niveau en zijn vaak iets groter.

De zeedijk daalt 3 cm of meer over 22,4 km. Bij de kade om het Lauwersmeer is de lengte van kade dat 3 cm of meer daalt 41,1 km. Ten opzichte van de autonome ontwikkeling neemt door de nieuwe winningen de lengte van zeedijk dat 3 cm of meer daalt met 8,4 km toe. Bij de kade van het Lauwersmeer is de toename 13 km. Zowel bij de zeedijk als de kade om het Lauwersmeer is de daling ook groter (tabel 7.8). Voor de effecten op de droogligging en opvoerhoogte in de afwateringsgebieden wordt verwezen naar tabel 7.9.

Tabel 7.8a: Verdeling bodemdaling over kadevakken Lauwersmeerkade alle winningen

Lauwersmeer alle winningen																	
Daling (cm)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Totaal	
lengte	0,0	0,0	0,0	1,9	13,1	9,9	7,9	0,8	0,5	0,5	0,7	2,0	2,2	1,3	0,3	41,1	kilometer
percentage	0,0	0,0	0,0	4,6	31,9	24,1	19,2	1,9	1,2	1,2	1,7	4,9	5,4	3,2	0,7	100,0	% t.o.v. totaal

Tabel 7.8b: Verdeling bodemdaling over kadevakken zeewering alle winningen

Zeedijk alle winningen																		
Daling (cm)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Totaal	
lengte	0,0	0,0	5,3	5,1	2,1	1,8	1,6	1,2	1,0	0,7	1,0	0,8	0,9	0,9	1,3	1,6	2,4	27,7	kilometer
percentage	0,0	0,0	19,1	18,4	7,6	6,5	5,8	4,3	3,6	2,5	3,6	2,9	3,2	3,2	4,7	5,8	8,7	100,0	% t.o.v. totaal

Tabel 7.9 Effectenmatrix drooglegging en opvoerhoogte alle winningen

Wijziging: / **Gebied**	**Drooglegging + = toename - = afname cm**	**opvoerhoogte gemaal + = toename - = afname cm**
Het Lauwersmeer	-12 in westen -4 in zuiden	+6 gebied 29
Marnerwaard		+6 gemaal Robbengat
Dongerdielen	-4 in gebied 26 +5 in gebied 11 -4 in gebied 12 -12 in gebied 2 +10 in gebied 18 -6 in gebied 18	+2 gemaal gebied 11 +2 gemaal gebied 12 +5 gemalen gebieden 3,4,7,8 +2 gemaal gebied 13 +10 gemaal Dongerdielen

Eindconclusie effecten nieuwe velden en Anjumvelden op het oppervlakte-watersysteem

De diverse effecten op het oppervlaktewatersysteem zijn samengevat in onderstaande matrix (tabel 7.10). Voor een toelichting op de criteria en de gebiedsbeschrijving zie hoofdstuk 4 en het waterhuishoudkundig rapport [ref. 7.2].

Tabel 7.10a. Effectenmatrix (verhang, waterstand en opvoerhoogte)

Wijziging: / Gebied	verhang afwateringsgebied (afwatering-richting) t.o.v. peilregelend kunstwerk	waterstanden	opvoerhoogte gemaal
Het Lauwersmeer	< 4 cm	Huidig streefpeil handhaven (NAP -0,93 m)	Geen wijzigingen
Engwierumerpolder	< 4 cm	Geen wijzigingen	Geen wijzigingen
Dongerdielen	Afwateringsgebieden 2, 18, 25 > 4 cm	Wijziging waterstand t.g.v. daling gemaal Dongerdielen 3,5 cm	- Afwateringsgebied 3,4, 7,8 afname 1,5 cm (verwaarloosbaar) - Afwateringsgebied 13 afname 1,5 cm (verwaarloosbaar) - Afwateringsgebied 18 toename opvoerhoogte 3,5 cm
Anjumer Kolken	Afwaterings-gebied 12 > 4cm	Hogere waterstanden t.o.v. maaiveld aan noordzijde afwateringsgebied	Daling gelijk aan ontvangende gebied
Friese Boezem	< 4 cm	Huidig streefpeil handhaven (NAP -052 m)	Geen wijzigingen
Marnerwaard	< 4 cm	< 4 cm wijziging	Toename 1,5 cm (verwaarloosbaar)
Elektraboezem	< 4 cm	Geen wijzigingen	Geen wijzigingen
Westpolder	< 4 cm	< 4 cm	< 4 cm

Tabel 7.10b. Effectenmatrix (kunstwerken, drooglegging, waterberging, kades)

Wijziging: / Gebied	overige peilregelende kunstwerken	drooglegging	mogelijke waterberging	kruinhoogte kaden en dijken
Het Lauwersmeer	Spuicapa-citeit blijft nagenoeg gelijk	Uitsluitend zone Hoek van de Band ten oosten van de weg Dokkum - Lauwersoog	Bij gelijk-blijvend streefpeil toename waterberging	Daling kruin-hoogte van 1-12 cm (lengte 32,9 kilometer)
Engwierumerpolder	Geen wijzigingen	Geen wijzigingen	Geen wijzigingen	Zie “Het Lauwersmeer”
Dongerdielen	Afwaterings-gebied 12 kleinere stuwen < 4cm aanpassing	- Afwateringsgebied 2 afname drooglegging ca. 10 cm - Afwaterings-gebied 18 afname drooglegging 7,5 cm	Geen wijzigingen	Geen wijzigingen
Anjumer Kolken	Geen wijzigingen	Drooglegging in noord-westelijk deel neemt af	Geen wijzigingen	Geen wijzigingen
Friese Boezem	Geen afname spuicapa-citeit	Geen wijzigingen	Geen wijzigingen	Geen daling boezemkades
Marnerwaard	Geen wijzigingen	Geen wijzigingen	Geen wijzigingen	Zie “Het Lauwersmeer”
Elektraboezem	Geen wijzigingen	Geen wijzigingen	Geen wijzigingen	Geen daling boezemkades
Westpolder	Geen wijzigingen	Geen wijzigingen	Geen wijzigingen	Zie “Het Lauwersmeer”

Door de verwachte bodemdaling zijn met name in de Anjumer Kolken en polder Dongerdielen effecten te verwachten ten aanzien van de waterstanden en peilregelende kunstwerken. In het noordwestelijke deel van het Lauwersmeer is (bij gelijkblijvend

streefpeil) een toename in inundatie te verwachten. In de Anjumer Kolken en in delen van de polder Dongerdielen treedt een afname van de drooglegging als effect op. Door de bodemdaling wordt de kerende hoogte van kaden en dijken aan de westzijde van het Lauwersmeer en van de zeewering langs de Waddenzee lager.

7.2.4 Mitigerende maatregelen

Voor de verschillende gevolgen van bodemdaling veroorzaakt door aardgaswinning zijn een aantal principemaatregelen te formuleren. De maatregelen beperken zich in dit onderzoek tot:

- maatregelen aan stuwen en gemalen;
- maatregelen aan oevers en kaden/zeeweringen;
- maatregelen ten aanzien van de drooglegging;
- maatregelen ten aanzien van verzilting.

Maatregelen aan kunstwerken

Bij aanpassingen van kunstwerken is van belang of de aanpassingen wel mogelijk zijn binnen de bestaande behuizing en of de aanpassingen nog wel rendabel is in verband met de restwaarde van het kunstwerk. In een vervolgfase zal op basis van technische gegevens en het bouwjaar van een kunstwerk worden bekeken welke maatregelen nodig zijn.

Gemalen

Bij gemalen kunnen er effecten ontstaan doordat streefpeilen voor en/of na een gemaal wijzingen. Wijzigen van een streefpeil kan voorkomen door daling van een peilregelend kunstwerk en/of door aanpassing van het streefpeil in verband met de drooglegging.
Uitgangspunt is dat de huidige capaciteit (inclusief de ingebouwde reserve) behouden blijft.
Bij vijzelgemalen kan het voor het behoud van de capaciteit nodig zijn het vulpunt te wijzigen, de vijzel te verplaatsen en/of te verlengen en/of het vermogen te wijzigen. Bij pompen kan gedacht worden aan aanpassingen waaier of zuigleiding en het wijzigen van het vermogen. Indien binnen de bestaande behuizing een wijziging niet kan worden doorgevoerd komt nieuwbouw in beeld.

Stuwen

Net als bij gemalen geldt als uitgangspunt dat de huidige capaciteit (inclusief de ingebouwde reserve) behouden blijft. De capaciteit kan afnemen als gevolg van:

- een afname natte profiel doordat de afstand tussen streefpeil bovenstrooms en de drempelhoogte verminderd;
- afname verschil waterstand bovenstrooms en benedenstrooms in de afvoersituatie, waardoor de stuw “verdronken” raakt.

Indien het nodig is dat het streefpeil bovenstrooms hoger moet worden, kan het zijn dat de klep of schuif te kort is of niet hoog genoeg opgetrokken kan worden. De constructie moet dan worden aangepast.

Maatregelen aan oevers en kaden/zeewering

Als gevolg van bodemdaling dalen ook de oevers en kaden. Belangrijk voor kaden en de zeewering is dat de “waakhoogte” niet afneemt. De waakhoogte wordt bepaald door de maatgevende waterstand en de kruinhoogte. In dit MER is gesignaleerd wanneer de waakhoogte meer dan 4 cm afneemt. In dat geval zal de kade/zeewering op den duur moeten worden verhoogd. Dit kan bijvoorbeeld door bij groene dijken (waaronder de zeewering) een laag grond aan te brengen of in geval van damwanden er een extra gording of deksloof aan te brengen. Alle (primaire en secundaire) waterkeringen worden 5-jaarlijks getoetst, zodat tijdig een tekort aan hoogte kan worden vastgesteld en via verbeteringswerken hersteld.

Afslag (en inundatie) van oevers kan zoals beschreven in paragraaf 7.3 via het aanbrengen of verhogen van oeververdediging worden voorkomen.

Maatregelen ten behoeve van de drooglegging
Uitgangspunt is het herstellen van de huidige drooglegging in gebieden met functies die daarom vragen (met name landbouw). Door bodemdaling kan de drooglegging toenemen of afnemen. Daarbij zijn de volgende maatregelen denkbaar:

- toename drooglegging (droger),
  - peilaanpassing (tot 8 cm verschil: zodat maximum van 4 cm verschil niet meer wordt overschreden);
  - nieuwe stuw plaatsen (op plaats van > 4 cm grens, indien nodig plaatsen meerdere stuwen zodat 4 cm verschil ook in resterende gebied niet wordt overschreden);
  - bestaande stuw aanpassen;
- afname drooglegging (natter),
  - peilaanpassing (tot 8 cm verschil: zodat 4 cm verschil niet meer wordt overschreden);
  - onderbemaling (op grens >4 cm).

Anjumer Kolken
In het natuurgebied de Anjumer Kolken, is een aanpassing van de drooglegging vanuit natuur ook gewenst. Door het verlagen van de waterstand wordt – zoals eerder gemeld - de zilte kwel gestimuleerd om daarmee de voor deze brakke polders kenmerkende flora en fauna weer een kans te geven. Om inklinking en oxidatie van het veen te voorkomen is echter juist vernatting meer gewenst. Omdat het veenpakket zodanig dun is (< 40-60 cm), zullen maatregelen echter geen effect meer hebben (en worden geen eisen aan de waterpeilen gesteld), zodat peilverlaging voor de hand ligt. Overigens zijn de effecten zoals hiervoor beschreven zeer beperkt.

Maatregelen ten aanzien van verzilting
De effecten van verzilting zijn gering. De effecten op de landbouw zijn ook niet 1:1 te vertalen omdat enerzijds grasland een zekere tolerantie heeft voor verzilting, maar anderzijds een geringe toename wel net een bepaalde grens overschrijdt. Zo is water met een Chloride gehalte boven de 2.000 mg/l is minder geschikt voor veedrenking. Gezien het hoge Chloride gehalte dat lokaal voorkomt (met name in het gebied tussen Anjum en Ee) kan deze grens lokaal worden overschreden. Echter, extra doorspoeling is een mogelijke mitigerende maatregel vormen. Voor de eventuele (rest)schade kan financiële compensatie worden gezocht.

Overig
Naast bovengenoemde maatregelen die direct gekoppeld zijn aan het hoofdwatersysteem kunnen er ook afgeleide maatregelen noodzakelijk zijn om schade te voorkomen. Te denken valt aan:

- aanpassingen fundering gebouwen en wegen, als gevolg van een gewijzigd streefpeil en daarmee de grondwaterstand;
- compensatie afname capaciteit van ondergrondse pijpleidingen door afname verhang;
- peilschalen en peilmerken weer op de juiste hoogte aanbrengen;
- beschoeiing aanpassen aan de nieuwe waterstanden.



7.3 De levende natuur

7.3.1 Inleiding

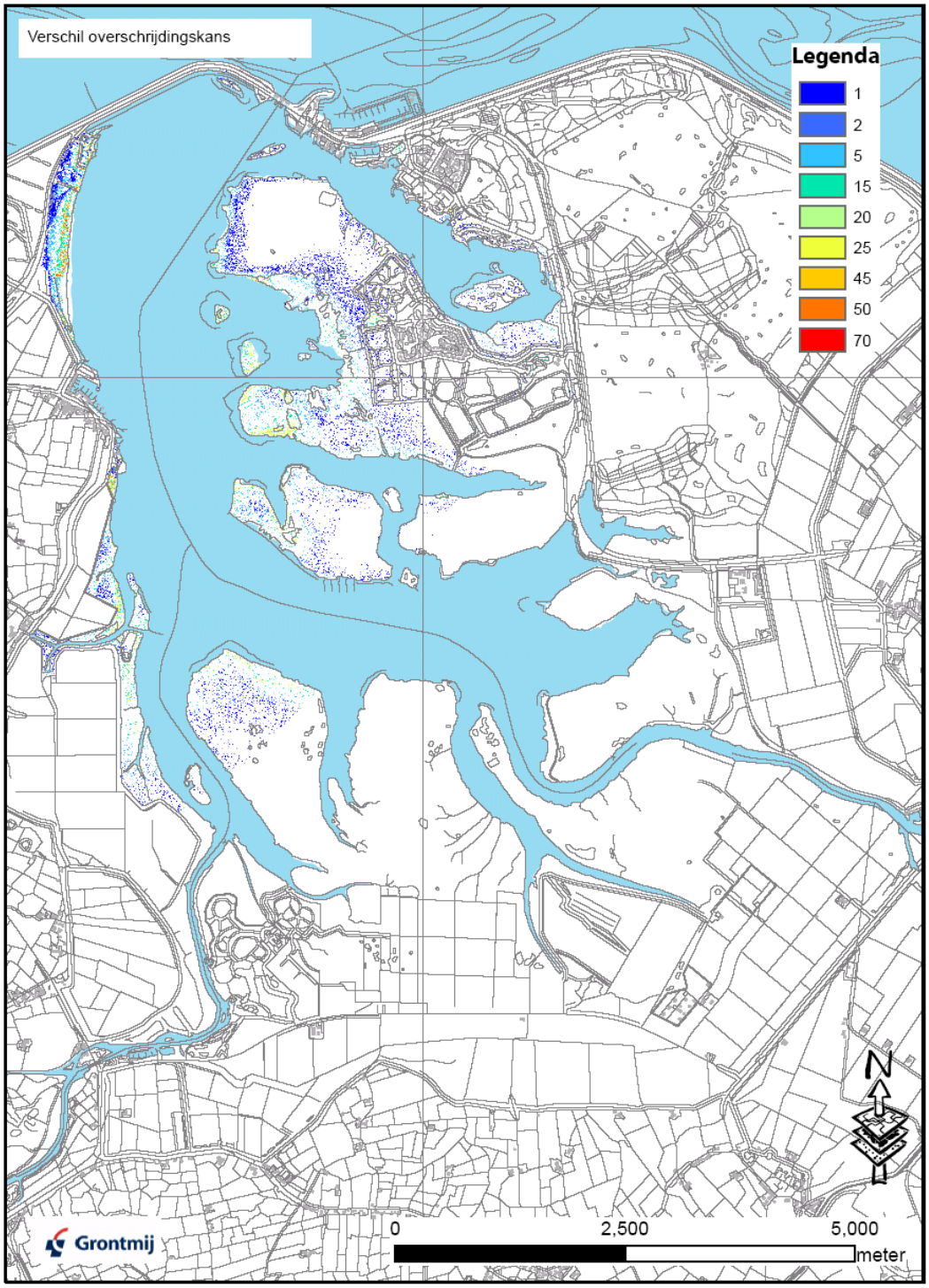
Zoals in hoofdstuk 4 is beschreven, worden de effecten als gevolg van bodemdaling door aardgaswinning op de levende natuur veroorzaakt door veranderingen die kunnen optreden in de waterhuishouding. In de paragraaf 7.2 is dit al aan de orde gekomen. Hier wordt eerst de belangrijkste abiotische effecten nader omschreven om de betekenis voor de levende natuur beter in te kunnen schatten. De belangrijkste abiotische parameters die worden beïnvloed door bodemdaling en door kunnen werken in de levende natuur zijn:

- inundatiefrequentie en –duur (overstromingskans)
- waterdiepte
- verzilting
- erosie/oeverafslag;

Inundatie/Overstromingskans
Uitgaande van een gelijkblijvend streefpeil en gelijkblijvende variatie in het te bergen watervolume, zal bodemdaling tot gevolg hebben dat de kans op inundatie van het maaiveld toeneemt in de niet-bekade delen. Op basis van de overschrijdingsfrequentie van de maximale dagelijkse waterstanden, gemeten in Lauwersoog in 2003 en 2004, zijn twee overstromingskansenkaarten vervaardigd: één van de huidige situatie en één van de situatie na bodemdaling. Omdat aan de hand van de kaarten het verschil moeilijk te zien is, is het verschil in overstromingskans weergegeven in een overstromingverschilkaart (zie kaart 7.2; [ref. 7.2]).
Hierbij is geen rekening gehouden met de relatief kleine veranderingen in de waterhuishouding zoals:

- een geringe toename van het bergingsvolume door bodemdaling
- een mogelijk geringe verandering (toe/afname) in de lozingscapaciteit van de spuisluizen Lauwersoog
- een afname van de lozingscapaciteit van de spuisluizen Lauwersoog in de toekomst door zeespiegelstijging en de daaraan gepaard gaande toename in het te bergen.volume

Figuur 7.4 laat het verschil in overstromingskans zien tussen de situatie voor en na bodemdaling van de vrij liggende gronden rond het Lauwersmeer. Uit de kaart valt op te maken dat de toename van de inundatiekans zeer gering is. Kleine verschuivingen treden op langs de Bantswal, de laaggelegen plaatranden van de Zuidelijke Lob, het zuidelijke eiland in Achter de Zwarten en in de zuidwestelijke hoek van De Rug [ref. 7.1].



Figuur 7.4 Overstromingsverschilkaart van het Lauwersmeer voor de situatie voor en na bodemdaling door gaswinning (1% = 3,65 dagen; zie uitleg paragraaf 7.3.2)

Toename waterdiepte

Door bodemdaling zal de waterdiepte, bij gelijkblijvend streefpeil, in de permanent geïnundeerde delen toenemen en kunnen oevergronden in plaats van periodiek, permanent onder water komen te staan, wat veranderingen in de vegetatie en fauna mt zich mee kan brengen.

Grondwater en verzilting

Door Zoetendal et al. (2005) [ref. 7.3] is beschreven, dat zoute kwel in het poldergebied en in het noordelijk deel van het Lauwersmeer enigszins toe kan nemen. Dit kon niet worden gekwantificeerd, maar wel is duidelijk dat het effect hierop door zeespiegelrijzing

een grotere invloed heeft dan dat van de bodemdaling door gaswinning (zie ook paragraaf 7.2.2).
Daarnaast kan bodemdaling een gering effect hebben op lokale grondwaterstromingen op de platen. Door maaiveldzakking neemt het potentiaalverschil, bij gelijkblijvend streefpeil, in geringe mate af tussen het ondiepe grondwater in de hogere delen en dat van de lagere delen. Dit effect is naar verwachting gering. Een ander effect is dat de zoetwaterbel onder de platen iets dunner wordt. Lokale grondwaterstromen kunnen zo het onderliggende zoutere grondwater aan de randen van de plaat iets omhoog duwen. De gevolgen hiervan zijn:

- dat de zone waarin kalkrijk grondwater uittreedt iets minder breed wordt;
- dat aan de lagergelegen randen het zoute grondwater, via capillaire opstijging in de zomerperiode, een grotere invloed krijgt.

De mate waarin beide effecten optreden zijn zonder nadere kwantificering niet goed aan te geven, maar zijn naar verwachting van geringe omvang.

Erosie/Oeverafslag
Bij het huidige waterpeilbeheer en het huidige peilverloop vindt op onbeschermde oevers plaatselijk al afslag plaats. De ervaring leert dat afslag met name plaats vindt bij een licht verhoogd peil. De golfwerking treft dan de lokaal aanwezige steilranden maximaal. Bij een verder oplopend peil gaan de golven over de platen heen en ontstaat minder schade. Bodemdaling kan daarom tot een lichte verhoging van de afslag leiden, met name langs de Bantswal en aan de westoever van De Rug. Plaatselijke aanleg van (natuurlijke) oeververdediging kan dit gevaar eenvoudig teniet doen.

Vertaling naar effecten op levende natuur
Aan de hand van bovenstaande effecten van bodemdaling op het abiotische systeem, zijn de effecten op de levende natuur ingeschat. Zoals in hoofdstuk 4 al is aangegeven zijn in de effectvoorspelling ook een aantal uitgangspunten (zie tekstkader) gehanteerd, die ondermeer betrekking hebben op de autonome ontwikkeling.

Uitgangspunten
Bij de inschatting van effecten worden de volgende uitgangspunten gehanteerd [7.1]:

- het streefpeil in het Lauwersmeer blijft gelijk (93 cm -NAP), waardoor het bergingsvolume van water in Lauwersmeer iets zal toenemen en een groter deel van het platengebied overstroomt raakt;
- het waterhuishoudkundige systeem in het Lauwersmeer blijft gelijk. De scenario's die thans worden bestudeerd (Gedempt tij, Hoog brak, Laag brak en Nat en zoet) zijn niet meegenomen in de autonome ontwikkeling;
- het waterhuishoudkundige systeem in Noord-Nederland blijft gelijk;
- de gebruikte hoogtekaart is accuraat (hoewel we uit eigen gebiedskennis verwachten dat de hoogtes in de moerassen te hoog zijn aangegeven);
- de overschrijdingsfrequenties gebaseerd op de jaren 2003 en 2004 geven een voldoende beeld van de variatie in waterpeil;
- daarnaast zijn de voorspellingen voor wat betreft de effecten op het grondwaterregime, waaronder de verwachte geringe toename van verzilting, gebaseerd op Zoetendal et al.(2005) [ref. 7.3];
- de te verwachten zeespiegelstijging (circa 30 cm in de periode tot 2050) en de effecten ervan op het peilbeheer zijn niet meegenomen.

Om een goed beeld van de effecten van bodemdaling door gaswinning op de levende natuur te krijgen, is in eerste instantie gekeken naar de effecten van de nieuwe velden samen met de Anjumvelden (autonome ontwikkeling). De bodemdaling door de nieuwe velden afzonderlijk is relatief klein (maximaal ca 2 tot ca cm) waardoor er van de velden afzonderlijk niet of nauwelijks effecten worden verwacht. Om ook een indruk te krijgen van de effecten van bodemdaling door de nieuwe velden, is vervolgens gekeken naar mogelijke effecten van de nieuwe velden afzonderlijk of samen. Tenslotte wordt aangegeven of en hoe de effecten van de bodemdaling door de Kollumerpomp- en Munnekezijlwinning cumuleren met die van de Anjumvelden.

Voor een logische opbouw vanuit ecologisch oogpunt zijn eerst de effecten op vegetatie en flora beschreven, gevolgd door de effecten op vogels en zoogdieren. De effecten op vogels zijn van belang omdat het Nationaal Park Lauwersmeer gebied beschermd is op grond van de EU Vogelrichtlijn. Dit betreft met name de passende beoordeling (zie onder) die in het kader van dit MER moet worden uitgevoerd. Tot slot wordt nog een paragraaf gewijd aan effecten op het aquatische ecosysteem en overige effecten (zie paragraaf 7.3.3).

7.3.2 Effecten bodemdaling Anjumvelden en nieuwe velden

7.3.2.1 Effecten op vegetatie en flora

Effecten van veranderingen in het oppervlaktewatersysteem (verhoging waterpeil)
Als bij bodemdaling het streefpeil van het meer niet wordt aangepast, stijgt het waterpeil in de aangrenzende gebieden die een open (water)verbinding hebben met het meer. Hierdoor neemt in die gebieden, afhankelijk van de maaiveldhoogte, de inundatie/overstromingskans toe.

Overstromingsduur
Indien er vanuit wordt gegaan dat de inundatiekans gelijk gesteld kan worden met de inundatieduur (in dagen per jaar), dan is dat één van de factoren die sturend is voor de vegetatieontwikkeling (zie paragraaf 7.3.1). Daarnaast speelt een rol dat terreinen door inundatie in natte periodes minder bereikbaar zijn voor het grazende vee [ref 7.1].
Zoals blijkt uit de verschilkaart (ref. 7.2 - figuur 7.4) samengesteld uit de inundatiekans vóór en ná de bodemdaling door gaswinning, zijn de veranderingen hierin minimaal. Op de Bantswal treden over een gering oppervlak verschuivingen op naar een klasse met een hogere inundatiekans in delen die ook in de huidige situatie al een hoge overschrijdingskans hebben (> 50% van het jaar). Het betreft hier voornamelijk vegetaties met Zilte rus en vegetaties met Kortarige zeekraal en Schorrenkruid.
Dergelijke, in oppervlakte geringe verschuivingen, treden eveneens op langs de laaggelegen plaatranden van de Zuidelijke lob en het zuidelijke eiland in Achter de Zwarten. De vegetaties die hier voorkomen zijn voornamelijk: brakke verlandingsvegetaties met Ruwe bies of Heen; voedselrijke graslanden met Rietzwenkgras; overstromingsgraslanden met Fioringras en Geknikte vossenstaart.
In de zuidwestelijke hoek van De Rug treedt een verschuiving op van delen die nu niet worden geïnundeerd en die na bodemdaling een kans van één dag per jaar hebben om te overstromen. Ook hierbij geldt dat het oppervlak waarop dit betrekking heeft, gering is. De aanwezige vegetaties zijn: Kruipwilgstruweel en vochtige tot natte ruigten [ref. 7.1].

Effecten van bodemdaling, en daarmee relatief hogere waterpeilen, op de bereikbaarheid voor grazers zijn te verwaarlozen. De stijging bedraagt namelijk hooguit enkele centimeters in extreem natte situaties. Bovendien is de topografie in het gebied waar dit optreedt niet dusdanig, dat er in dergelijke natte situaties onbereikbare eilanden ontstaan [ref. 7.1].

De conclusie voor wat betreft de langere overstromingsduur is dan ook dat in delen van de genoemde vegetaties soorten van natte omstandigheden zich enigszins zullen uitbreiden. Aangezien het begraasde situaties betreft, in soms nog relatief zilte plaatsen, is het niet te verwachten dat hieruit rietvegetaties zullen ontstaan. Daarnaast is het oppervlak waarop dit speelt (zeer) gering [ref. 7.1].

Effecten door afslag
Afslag kan plaatselijk leiden tot het verdwijnen van laaggelegen vegetaties. Naar verwachting betreft dit voornamelijk de seizoensbeweide situaties, omdat in de onbeweide of jaarrond beweide situatie veelal een rietoever afslag zal tegengaan. Daarmee zijn het vooral de overstromingsgraslanden die in geringe mate in oppervlak achteruit kunnen gaan [ref. 7.1].

Effecten op watervegetaties
Daar waar de waterdiepte langs de oeverzone groter wordt, kan dit aan de diepere zijde tot gevolg hebben dat waterplanten hier verdwijnen. Aan de ondiepe kant is een

verschuiving ten gunste van waterplantenvegetaties te verwachten. Dit laatste effect zal mogelijk minder optreden indien de oeverzone al is ingenomen door Riet en biezen [ref.7.1].

Effecten van veranderingen in het grondwatersysteem
In paragraaf 7.3.1 is beschreven dat bodemdaling een effect kan hebben op verzilting. Enerzijds door dijkskwel, anderzijds door het omhoog brengen van zouter grondwater ('grondwaterkwel'). Daarnaast kan bodemdaling lokaal, langs randen van hoge zandige platen, een effect hebben op de zone waarin zoete en kalkrijke kwel optreedt. Deze zone zou kleiner kunnen worden [ref. 7.1].

Als genoemde effecten al doorwerken in de vegetatie, dan zal dat voornamelijk op de zandige platen van De Rug, De Lasten en Ballastplaat een rol kunnen spelen. Ook in de bemalen terreintjes met duinvalleivegetaties (Terreintje van Juffrouw Alie, het terreintje bij de Staatsbosbeheer werkschuur) zou dit op kunnen treden. De duinvalleivegetaties van De Rug en in het Ballastbos liggen op hogere delen. Het lijkt daarom onwaarschijnlijk dat kalkrijke kwel hier een sturende rol speelt. Veeleer ligt het voor de hand te veronderstellen dat het kalkrijke substraat in combinatie met de niet al te diep wegzakkende grondwaterstanden op deze locaties sturend zijn voor de aanwezigheid van de natte duinvalleivegetaties [ref. 7.1].

In de lager gelegen of bemalen duinvalleivegetaties kan enige afname van kalkrijke kwel een negatieve invloed op deze vegetaties hebben. Van belang is dat het gaat om een relatief beperkte bodemdaling (1-3 cm), welke in principe via een geringe peilaanpassing te mitigeren is. Een mogelijke verzilting kan ook negatieve effecten hebben, maar dat is sterk afhankelijk van de mate waarin dit optreedt. Naar verwachting is deze zeer gering [ref. 7.1].

In de poldergebieden zal bodemdaling, bij gelijkblijvend peil, leiden tot een geringere drooglegging en toename van zoute kwel. Dit kan optreden in de Bantpolder. Vanuit de natuurwaarden bezien is dit juist een positieve ontwikkeling [ref. 7.1].

In tabel 7.11 zijn de bovengenoemde effecten op plantengemeenschappen samengevat voor het gehele invloedsgebied.

Tabel 7.11. Waardevolle vegetaties en vegetaties voor foeragerende winter- en trekvogels [ref.7.1]

Vegetaties	**Verwacht effect tot 2040 door:**	
	Autonome ontwikkeling	**Bodemdaling**
Zilte pioniervegetaties	- -	+
Duinvalleivegetaties	-	-/0
Vegetaties met Aardbeiklaver en Fioringras	0	0
Waterplantenvegetaties	0	0
--: sterk negatief effect, -: licht negatief effect, 0: geen of nauwelijks effect,+-: licht positief effect, ++: sterk positief effect		

Effecten op plantensoorten die zijn beschermd of vermeld op de Rode Lijst 2004
De in hoofdstuk 4 genoemde plantensoorten die beschermd zijn (Flora- en faunawet) of vermeld staan op de Rode Lijst 2004, betreffen voornamelijk soorten die in het Lauwersmeergebied juist in de natte duinvalleivegetaties voorkomen. De beschreven effecten op de natte duinvalleivegetaties kunnen daarom worden doorgetrokken naar de hierbinnen aanwezige kwetsbare plantensoorten (voor zover deze in het invloedsgebied van de bodemdaling voorkomen). De mate waarin bodemdaling negatieve effecten op deze soorten kan hebben is dus afhankelijk van veranderingen in lokale kwel en mate van verzilting. Naar verwachting zijn deze gering, maar dit kan op grond van de beschikbare gegevens niet hard worden onderbouwd.

Geringe negatieve effecten kunnen optreden voor:
- Brede orchis (ssp. majalis);
- Geelhartje;
- Honingorchis;
- Knopbies;
- Moeraskartelblad;
- Moeraswespenorchis;
- Parnassia;
- Rietorchis;
- Rond wintergroen;
- Sierlijke vetmuur;
- Vleeskleurige orchis.

7.3.2.2 Effecten op vogels

Autonome ontwikkeling
In de autonome ecologische ontwikkeling waar binnen het waterbeheer wordt uitgegaan van peilconsolidatie, worden ook veranderingen in de vogelstand verwacht. Dit is weergegeven in de tabel 7.12 en 7.13 (zie ook paragraaf 4.3); het gaat daarbij om:
- Een afname van de 'kwalificerende' vogelsoorten: Bruine en Grauwe Kiekendief en vooral Kemphaan;
- Een afname van de 'overige relevante' vogelsoorten: Kluut, Paapje, Rietzanger en vooral Noordse stern;
- Een afname van enkele winter- en trekvogels: Grauwe gans en Brandgans.

Broedvogels
Effecten van bodemdaling door aardgaswinning op broedvogels kunnen optreden voor soorten die vooral foerageren in het lagere deel van het natuurgebied (de platen), het ondiepe water en moerasontwikkelingen met een open verbinding met de boezem. Omdat moerasontwikkeling met een open verbinding met de boezem alleen voorkomt in het oostelijk en zuidoostelijk deel van het Lauwersmeer (Kazernewei en Middelplaat), waar de bodemdaling zeer beperkt zal zijn (<2 cm), worden ook hier geen effecten verwacht [7.1].

Tabel 7.12. Kwalificerende en overige relevante broedvogels in SBZ Lauwersmeer [ref. 7.1]

Soort	**Verwacht effect tot 2040 door:**	
	Autonome ontwikkeling	**Bodemdaling**
Kwalificerende soorten		
Bruine kiekendief	-	-/0
Grauwe kiekendief	-	-/0
Kemphaan	- -	0
Overige relevante soorten		
Porseleinhoen	0	0
Kluut	-	0
Noordse stern	- -	0
Oeverzwaluw	0	0
Paapje	-	0
Blauwborst	0	0
Rietzanger	-	0
- -: sterk negatief effect, -: licht negatief effect, 0: geen of nauwelijks effect, +: licht positief effect; ++: sterk positief effect		

Broedvogels voor welke het lagere deel van het natuurgebied (de platen) of het ondiepe water daartussen een belangrijk foerageergebied is zijn Bruine en Grauwe kiekendief, Oeverzwaluw, Blauwborst en Rietzanger (zie tabel 7.12).
Voor Bruine en Grauwe kiekendief wordt verwacht dat zij als enige broedvogels nadeel kunnen ondervinden van bodemdaling. De Veldmuis kan namelijk nadeel ondervinden van bodemdaling op delen van de platen waar ze een belangrijk prooidier vormen voor

Kiekendieven. Gezien de geringe omvang van de beïnvloede plaatdelen, worden de negatieve invloed tamelijk klein geacht (zie tabel 7.12).
Voor de andere genoemde broedvogels wordt geen effect verwacht omdat de soorten boven het ondiepe water foerageren (Oeverzwaluw), baat hebben bij extra overstromingen (Blauwborst) of vooral voorkomen in droger rietland, dat in het broedseizoen niet of nauwelijks kans loopt te overstromen (Rietzanger) (zie tabel 7.12) [ref. 7.1].

Winter- en trekvogels
Effecten van bodemdaling door aardgaswinning kunnen in beginsel worden verwacht voor soorten die voor een belangrijke deel in het lagere deel van het natuurgebied - de platen - foerageren (Grauwe gans en Brandgans) en soorten die in het ondiepe water foerageren (Lepelaar, reigerachtigen zwanen, eenden, steltlopers: zie tabel 7.13).
Het effect van bodemdaling op Grauwe gans en Brandgans wordt geacht klein te zijn en niet significant. Een deel van het foerageergebied kan door een verhoogde boezemwaterstand tijdelijk ongeschikt worden: het effect duurt dus altijd maar kort. Omdat begrazing vooral optreedt in het vroege najaar (Brandgans en het voorjaar (Brandgans, Grauwe gans), dus in perioden waarin de kans op overstroming relatief klein is, wordt het effect ingeschat als niet significant.
Het effect van bodemdaling op soorten van ondiep water / droogvallend slik (Lepelaar, reigerachtigen zwanen, eenden, steltlopers) zit ingewikkelder in elkaar. De inschatting is dat bodemdaling in seizoensbeweide of jaarrondbeweide gebieden zal leiden tot een verschuiving van de water-landgrens zodat het aanbod van ondiep water en droogvallend slik gelijk blijft. In deze gebieden heeft bodemdaling daarom naar verwachting geen effect op vogels van ondiep water en droogvallend slik [ref. 7.1].

Een verschuiving van de water-landgrens wordt niet verwacht in onbeweide of jaarrondbeweide gebieden. De oeverzone (met vooral riet) blijft in de periode van bodemdaling 2005-2040 naar verwachting op zijn plaats. Dat betekent dat foeragerende vogels in ondiep water te maken krijgen met een verhoogd waterpeil. Het betreft vooral gebieden met meer dan 2 cm bodemdaling langs de Bochtjesplaat, de noordelijke oeverlanden van de Ezumakeeg en de westoever van de Rug. In deze gebieden komen de meeste soorten die foerageren in ondiep water (zie tabel 7.13) in kleine aantallen voor. Uitzonderingen zijn Meerkoet en Kleine zwaan die in grotere aantallen voorkomen, met name langs de oever van de Bochtjesplaat [ref. 7.1].

De Meerkoet is een begrazer van het blad van Schedefonteinkruid, dat al plonsduikend wordt opgedoken. De belangrijkste begrazing vindt plaats in de maanden juli-augustus. Bij deze geringe waterdiepteverhoging wordt geen verminderde productie van Schedefonteinkruid verwacht en omdat de Meerkoet de plant duikend verzameld ook geen effect op het aantal van deze soort.
De Kleine zwaan foerageert in het najaar (half oktober-november) op de knolletjes van Schedefonteinkruid. Deze knolletjes worden met de snavel uit het sediment opgegraven. De maximale waterdiepte waarop knolletjes kunnen worden bemachtigd bedraagt circa 55 cm. Bij een verhoogde boezemwaterstand in het Lauwersmeer verlaten de Kleine zwanen noodgedwongen het ondiepe water om elders te foerageren. Door bodemdaling wordt het foerageergebied langs de Bochtjesplaat mogelijk iets verkleind als het Schede fonteinkruid zich niet kan aanpassen aan de geleidelijke verdieping. In dat geval kunnen er hier iets minder Kleine zwanen foerageren. In het water langs de Bochtjesplaat foerageert naar schatting gemiddeld ca. 5% van de Kleine zwanen in het Lauwersmeer.
Bodemdaling zal daarom naar verwachting niet leiden tot een significant negatief effect op het aantal verblijvende Kleine zwanen in het Lauwersmeer [ref. 7.1].

Tabel 7.13. Kwalificerende en overige relevante winter- en trekvogels SBZ Lauwersmeer [ref. 7.1]

Soort	**Verwacht effect tot 2040 door:**	
	Autonome ontwikkeling	Bodemdaling
Kwalificerende soorten		
Lepelaar	0	0
Kleine zwaan	0	0
Wilde zwaan	0	0

Soort	Verwacht effect tot 2040 door:	
	Autonome ontwikkeling	Bodemdaling
Grauwe gans	-	0
Brandgans	-	0
Krakeend	0	0
Wintertaling	0	0
Pijlstaart	0	0
Slobeend	0	0
Reuzenstern	0	0
Overige relevante soorten		
Fuut	0	0
Aalscholver	0	0
Kleine zilverreiger	0	0
Grote zilverreiger	0	0
Kolgans	0	0
Rotgans	0	0
Bergeend	0	0
Smient	0	0
Wilde eend	0	0
Tafeleend	0	0
Kuifeend	0	0
Brilduiker	0	0
Nonnetje	0	0
Visarend	0	0
Slechtvalk	0	0
Meerkoet	0	0
Kluut	0	0
Bontbekplevier	0	0
Goudplevier	0	0
Zilverplevier	0	0
Grutto	0	0
Wulp	0	0
Steenloper	0	0
Dwergmeeuw	0	0
- -: sterk negatief effect, -: licht negatief effect, 0: geen of nauwelijks effect, +: licht positief effect; ++: sterk positief effect		

Passende beoordeling
Doel van de 'passende beoordeling' is om te bepalen of de natuurlijke kenmerken van het Lauwersmeer als Vogelrichtlijngebied met zekerheid niet worden aantasting door gaswinning; waarbij zekerheid wordt gedefinieerd als 'de afwezigheid van redelijke twijfel op basis van weten wetenschappelijke onderzoek. Is daar geen sprake van dan zijn nog een aantal aanvullende stappen nodig, waaronder het zoeken naar alternatieven waarmee die zekerheid van geen aantasting wel kan worden verkregen (**zie hoofdstuk 3).** Bij de beoordeling van de gevolgen moet meegenomen worden welke zogenoemde instandhoudingsdoelstellingen van toepassing zijn. De instandhoudingsdoelstellingen zijn momenteel nog niet vastgelegd voor het Lauwersmeer. Hier is als uitgangspunt gehanteerd het behoud en/of herstel van een gunstige staat van instandhouding voor kwalificerende vogelsoorten op grond van voornoemde richtlijn.

In deze paragraaf is beschreven dat aardgaswinning in het Lauwersmeergebied niet leidt tot significante effecten op kwalificerende of overige relevante vogelsoorten.
Voor de volledigheid wordt hier de eindconclusie weergegeven uit het onderliggende MER-rapport [**ref. 7.1**].met betrekking tot die soorten en vegetaties die enig effect van gaswinning ondervinden en/of een ecologische relatie hebben kwalificerende of overige relevante vogelsoorten: *De bodemdaling als gevolg van de geplande winningen plus de nog te verwachten daling als gevolg van de bestaande winning in Anjum hebben een gering effect op Veldmuis, Bruine Kiekendief, Blauwe kiekendief en op de kalkminnende duinvalleivegetaties. Naar verwachting zijn de effecten niet significant in de zin van de*

Natuurbeschermingswet (cq. Europese Vogelrichtlijn). Als alleen de geplande winningen in beschouwing worden genomen zijn de effecten nog geringer.

Tot slot moet worden opgemerkt dat als ten aanzien van het beheer wordt gekozen voor een ander scenario dan Peilconsolidatie het effect voor het gebied vele malen groter en positiever is voor de kwalificerende en overige relevante vogelsoorten.

7.3.2.3 Effecten op zoogdieren

De bijzondere waarden met betrekking tot zoogdieren bestaat uit de Waterspitsmuis (tabel 7.14). Daarnaast is het voorkomen van kleine zoogdieren (met name de Veldmuis) van belang als voedselbron voor kwalificerende roofvogels (Bruine en Grauwe kiekendief, beide als broedvogel).
Omdat de verschillende bijzondere soorten vleermuizen foerageren boven open water en boven land, zijn er geen aanwijzingen dat bodemdaling het voorkomen van de soorten zal beïnvloeden. Deze soorten zullen dan ook niet in de tekst worden behandeld (zie tabel 7.14).

Tabel 7.14. Bijzondere zoogdierwaarden in het Lauwersmeergebied [ref. 7.1]

Soort	**Verwacht effect tot 2040 door:**	
	Autonome ontwikkeling	Bodemdaling
Kwalificerende waarden		
Watervleermuis	0	0
Meervleermuis	0	0
Gewone dwergvleermuis	0	0
Ruige dwergvleermuis	0	0
Laatvlieger	0	0
Waterspitsmuis	+	0
Veldmuis (*)	-	-/0
--: sterk negatief effect, -: licht negatief effect, 0: geen of nauwelijks effect,+: licht positief effect; ++: sterk positief effect		

(*) De Veldmuis is geen bijzondere, beschermde zoogdiersoort, maar toch in deze tabel opgenomen, omdat de soort op de platen een belangrijk prooidier is voor de SBZ-kwalificerende broedvogels Bruine kiekendief en Grauwe kiekendief.

Zoals in paragraaf 4.3.4 is beschreven geeft de autonome ontwikkeling een afname van de Veldmuis en een mogelijke toename van de Waterspitsmuis (éénmalige waarneming) te zien.

Bodemdaling door aardgaswinning treft met name de Bantswal, de Bochtjesplaat, het noordelijk deel van de Ezumakeeg, de Rug, de Zuidelijke lob en de eilanden in Achter de Zwarten. Daarbuiten zal de bodemdaling zeer beperkt blijven (< 2cm). Onder invloed van bodemdaling zullen kleine delen van de bovengenoemde terreinen over het algemeen wat vaker overstromen. Dat geldt niet voor de moerasontwikkelingsobjecten in de Ezumakeeg, die niet vrij aan de boezem liggen. Een toename van de overschrijdingsfrequentie ten opzichte van de huidige situatie zal in beginsel leiden tot een verlaging van de gemiddelde dichtheid van de Veldmuis. Het effect van bodemdaling kan voor deze soort significant negatief zijn op de vaker overstroomde delen. Gezien de geringe omvang van de gebiedsdelen die vaker overstromen, is de invloed in het gehele Lauwersmeergebied tamelijk klein [ref. 7.1].

Het voorkomen van de Waterspitsmuis in het Lauwersmeergebied is gebaseerd op een éénmalige vangst uit 2001. Het effect van bodemdaling wordt vanwege de huidige zeldzaamheid als neutraal ingeschat (tabel 7.14) [ref. 7.1].

7.3.2.4 Effecten op aquatische ecosysteem (vis, bodemfauna)

Bodemdaling leidt, bij gelijkblijvend peilbeheer, tot een iets hoger waterpeil in delen van de boezem van het Lauwersmeer. Naar verwachting heeft dit geen neagtief effect op de bodemfauna en de vispopulatie in het meer.

7.3.2.5 Overige effecten

Natuurbeheer
Onder invloed van bodemdaling neemt het areaal droogvallende gronden iets af waardoor lokaal de jaarronde beweiding enige hinder kan ondervinden. Dit houdt een (zeer) geringe beperking in van het aantal grote grazers dat er kan worden in geschaard. In het noordwestelijk deel van het Lauwersmeergebied vindt in de huidige situatie weinig jaarronde begrazing plaats. Hier is sprake van seizoensbeweiding wat al een aanpassing aan de relatief lage ligging. Seizoens- / jaarronde beweiding vindt plaats op de Rug / Zuidelijke lob en in de Ezumakeeg. Omdat in beide terreinen de verwachte bodemdaling slechts 2-3 cm is, is effect op de toepasbaarheid van jaarronde beweiding naar verwachting gering [ref. 7.1].

Ecologische hoofdstructuur
Vanuit de EHS is het van belang vast te stellen of er belangrijke gevolgen kunnen optreden voor de te behouden kenmerken en waarden. In paragraaf 4.1 is al aangegeven dat specifieke doelsoorten voor het Lauwersmeer niet zijn gedefinieerd. Echter, in aansluiting op de hetgeen hiervoor is beschreven kan worden gesteld dat bodemdaling door aardgaswinning geen belangrijk nadelige effecten op de kenmerken en waarden van het Lauwersmeer zal hebben en dat de mogelijke autonome ontwikkelingen daarop veeleer van invloed zijn. Ook de ontwikkelingsmogelijkheden voor nieuwe natuur(gebieden) wordt niet wezenlijk aangetast, eerder versterkt (vernatten).

Kollumerpomperpomp- en Munnekezijlvelden
Zoals aangegeven in paragraaf 7.1 zijn de Kollumerpomperpomp- en Munnekezijlvelden niet in de studies meegenomen. In figuur 7.2 en 7.3 zijn de dalingscontouren uit de laatste winningsplannen van de betreffende locatiesweergegeven. De nog te verwachten bodemdaling door de winning van de Kollumerpomperpomp- en Munnekezijlvelden is ca 2 cm. Uit de kaarten blijkt dat de bodemdalingsgebieden de grenzen van het studiegebied raken en daarmee het beheer in het studiegebied beinvloeden, zij het marginaal (circa 2 cm).
Ten aanzien van het Nationaal Park Lauwersmeer betekent dit:

- Dat er meer natuurgebied binnen de te beschouwen dalingschotel valt
- Dat het areaal natuurgebied binnen de 4 cm-contour van het studiegebied niet groter wordt
- Dat de ‘nieuwe’ gebieden binnen het uitgebreide bodemdalingsgebied een daling kennen van ca 2 cm wat gelet op de geringe effecten van de grotere daling in het noordwesten (tot 9 cm) geen aantasting van de natuurwaarden veroorzaakt

7.3.2.6 Overzicht effecten bodemdaling Anjumvelden en nieuwe velden

In deze paragraaf zijn de belangrijkste conclusies ten aanzien van de milieueffecten op het Lauwersmeer ten gevolge van aardgaswinning puntsgewijs samengevat.

Grondwater
Het stijghoogteverval in het eerste watervoerende pakket loodrecht op de kust is gering waardoor de landinwaartse grondwaterstroming zeer traag verloopt. De toename van het potentiaalverschil tussen Waddenzee en het binnendijkse gebied wordt vooral veroorzaakt door zeespiegelstijging en bodemdaling waarbij het aandeel van zeespiegelstijging voornamelijk beperkt is tot de kuststrook en het aandeel van bodemdaling relatief klein is. Verhoudingsgewijs is de toename van potentiaalverschil het grootst in de Kustzone Fryslân (40%) wat alleen een effect van betekenis heeft op de dijkskwel.
Bodemdaling heeft in het plangebied, gelet op de relatief geringe daling en het beperkte effect van bodemdaling door gaswinning op de grondwaterstromen, géén effect op de verzilting. Echter, door peilverlagingen die soms nodig zijn om de effecten van bodemdaling op te heffen, kan vooral in (laaggelegen) poldergebieden de kwelflux

toenemen. Peilaanpassing is niet noodzakelijk als een kleinere drooglegging of een toename van de kwelflux met enkele millimeters per jaar acceptabel is.
De geologische opbouw van gebieden bepaalt of en in welke mate kwel en verzilting toenemen door veranderingen in het potentiaalverschil. Hogere gelegen gebieden, als in de kustzone, zijn dankzij een hogere drooglegging minder gevoelig voor verzilting, dan laag gelegen gebieden, met name de polders. Verzilting wordt in akkerbouwgebieden als meer negatief beoordeeld dan in grasland/weidengebieden en (brakke) natuurgebieden (Anjumer Kolken en Bantpolder). Peilverlaging in reactie op bodemdaling verhoogt het potentiaalverschil en daarmee de mate van kwel en verzilting.

Oppervlaktewater
Door de verwachte bodemdaling zijn met name in de Anjumer Kolken, polder Dongerdielen, effecten te verwachten ten aanzien van de waterstanden en peilregelende kunstwerken. In het noordwestelijke deel van het Lauwersmeergebied is (bij gelijkblijvend streefpeil) een toename in inundatie te verwachten. In de Anjumer Kolken en in delen van de polder Dongerdielen treed een afname van de drooglegging als effect op.
Door de bodemdaling wordt de kerende hoogte van kaden aan de westzijde van het Lauwersmeergebied lager alsmede de zeewering over grote lengte.
Door bodemdaling kan ten aanzien van de waterhuishouding in het Lauwersmeer plaatselijk sprake zijn van:
- een geringe toename van- afslag van plaatoevers;
- een geringe toename van de kans op inundatie van het maaiveld;
- een geringe toename van de waterdiepte in permanent geïnundeerde delen;
- meer zoute kwel in de Bantpolder en het noordelijk deel van het gebied;
- verandering in lokale grondwaterstromingen op de platen.

Levende natuur
Door de bodemdaling kan ten aanzien van de levende natuur in het Lauwersmeer plaatselijk sprake zijn van:
- een gering negatief effect op duinvalleivegetaties;
- een tamelijk klein negatief effect op de kleine zoogdieren, waaronder de Veldmuis op de platen (ter plaatse prooidier Bruine en Grauwe kiekendief);
- een tamelijk klein negatief effect op de kwalificerende broedvogels Bruine en Grauwe kiekendief (via het effect op de Veldmuis).

Voor winter- en trekvogels is naar verwachting geen sprake van negatieve effecten onder invloed van bodemdaling.

7.3.3 Effecten bodemdaling van de nieuwe winningen (Moddergat, Lauwersoog, Vierhuizen)

In de voorgaande paragrafen zijn de effecten van bodemdaling van de winning van de Anjumvelden én de nieuwe velden op de levende natuur beschreven (cumulatie). Hier worden de effecten van alleen de nieuwe velden beschreven. De dalingschotel van de nieuwe winningen beperkt zich tot het noordelijk en noordwestelijk deel van het Lauwersmeer. Bovendien is deze schotel, binnen het Lauwersmeergebied, iets minder steil dan de dalingsschotel van Anjumwinningen en nieuwe winningen.

Zoals hierboven is aangegeven heeft bodemdaling als gevolg van de Anjum winning en nieuwe winningen een gering effect op de Veldmuis, Bruine Kiekendief, Blauwe kiekendief en op de kalkminnende duinvalleivegetaties en zijn de effecten naar verwachting niet significant in de zin van de Natuurbeschermingswet (cq. Europese Vogelrichtlijn). Als alleen de geplande winningen in beschouwing worden genomen zijn de effecten nog geringer.

Veldmuis en kiekendieven
De lagere plaatdelen in het Lauwersmeer vormen de belangrijkste foerageergebieden van Bruine en Grauwe kiekendief. De oppervlakte van het bodemdalinggebied van de nieuwe winningen is iets meer dan de helft van die van de nieuwe winningen én de Anjum winning (zie tabel 7.15) terwijl de daling van de bodem door de nieuwe winningen ongeveer tweederde is van de cumulatieve bodemdaling. De mogelijke effecten van

bodemdaling door alleen de nieuwe winningen op Veldmuis, en daarmee op Bruine en Grauwe kiekendief, kunnen daarom als zeer gering worden bestempeld.

Tabel 7.15. Grove bepaling van het preferent foerageergebied van kiekendieven binnen de 2 cm dalingscontour.

> 2 cm bodemdaling door:	Foerageergebied
Geplande winningen	769 ha
Geplande + bestaande winning	404 ha

Duinvalleivegetaties met kalkminnende plantensoorten
Van de laaggelegen plaatdelen, waarbij lokale kwel (en dijkskwel zoals in de Marnewaard) het kalkgehalte buffert, worden door de nieuwe winningen minder terreinen met kalkminnende vegetaties beïnvloed dan door de nieuwe winning samen met de Anjumwinning. Belangrijke terreinen voor wat de vegetatie betreft, zoals De Lasten, Het terreintje van Juffrouw Alie, de Ballastplaat en het terreintje bij de werkschuur van Staatsbosbeheer, vallen buiten invloedsfeer van de nieuwe winningen. Wat resteert, zijn de relatief minder goed ontwikkelde en in oppervlak geringe duinvalleivegetaties op de Bantswal en langs de plaatrand van De Rug. Door de nieuwe winningen alleen is ook de toename van overstromingskans langs de westzijde van De Rug, op de Ballastplaat en in de Bantswal minder groot. Dit is niet kwantitatief uitgewekt, maar als indicatie kan worden volstaan met het gegeven dat het bodemdalingsgebied van de nieuwe winningen circa tweederde tot driekwart bedraagt van de het bodemdalingsgebied van de nieuwe winningen en Anjumwinning.

De bodemdaling in het zoute kwelgebied van de Marnewaard wordt volledig bepaald door de geplande winning (Lauwersoog). Voor dit terrein geldt dus dat de effecten van de geplande winning gelijk zijn aan de gecumuleerde effecten.

Conclusies effecten bodemdaling nieuwe winningen
Als de geringe negatieve effecten door bodemdaling worden opgesplitst in een aandeel als gevolg van de bestaande winning (c.q. Anjum) en een aandeel als gevolg van nieuwe winningen, dan blijkt dat de winningen afzonderlijk een zeer geringe negatieve effecten hebben en dat die in beide gevallen betrekking hebben op:

- de Veldmuis en daarmee op Bruine en Grauwe kiekendief
- de duinvalleivegetaties.

De enige uitzondering is het effect op het zoute kwelgebied van de Marnewaard: de bestaande winning bij Anjum heeft hierop geen effect.
De effecten van de Anjumwinning en de nieuwe winningen versterken elkaar (cumulatie), zodat gezamenlijk sprake is van een gering negatief effect.

7.3.4 Mitigerende maatregelen

Effecten van bodemdaling op de natuur in het Lauwersmeer lenen zich, met uitzondering van het plaatsen van oeverbescherming, niet zo goed voor mitigerende maatregelen als in het agrarische gebied. Lokaal kunnen oeverafslag en ongewenste inundaties eenvoudig worden voorkomen door het aanleggen van een oeververdediging.
In de bemalen deelgebieden kan een peilaanpassing de effecten deels mitigeren, waarbij rekening moet worden gehouden met de effecten van peilaanpassingen op de waterkwaliteit (ref. 7.2).

7.3.5 Aandachtspunten voor de effectenvoorspelling

Berekening inundatiekans
De bepaling van mogelijke effecten door bodemdaling baseert zich in hoge mate op het verschil in inundatiekans tussen de bestaande situatie en de verwachte situatie na bodemdaling. Volgens de gekozen benadering is de inundatiekans afhankelijk van maaiveldhoogte en overschrijdingsfrequentie, gebaseerd op respectievelijk het AHN en de gemeten waterpeilen in 2003 en 2004.

Betrouwbaarheid AHN
Bij de effectbeschrijving is uitgegaan van de bestaande (AHN) hoogtekaart. Toch zijn er een aantal kanttekeningen te plaatsen bij de juistheid van de AHN. Dit laat zich goed illustreren aan de hand van een visuele vergelijking met de oude hoogtekaart van de RIJP (Van Rooij & Drost 1996). In tabel 7.16 is voor een aantal relevante deelgebieden het verschil tussen AHN en RIJP-kaart aangegeven (in cm). Een positieve waarde betekent dat de RIJP-kaart hogere waarden geeft.

Tabel 7.16 Verschillen tussen hoogtekaart RIJP en het AHN

Deelgebied	Afwijking (cm)
Bantswal	+25
Bochtjesplaat polder	0
Bochtjesplaat rand	-25
Ezumakeeg-noord	0
De Rug	-25
grootste deel Zuidelijke lob	-25
meest westelijk deel Zd. lob	+10
grootste deel Schoenerbult	-25
meest westelijk deel Schoenerbult	+10

Korte meetreeks waterpeilen Lauwersmeer
Voor het bepalen van de inundatiefrequentie is uitgegaan van de gemeten oppervlaktewaterpeilen uit 2003 en 2004. Dit is gedaan omdat langjariger reeksen niet voorhanden bleken te zijn. Daardoor ontbreken de zeer hoge waterstanden uit het verleden (bijvoorbeeld 23 cm +NAP in 1998). Anderzijds was 2003 een relatief nat jaar met een vrij hoog winterpeil.
Indien langjariger reeksen ter beschikking waren geweest, kunnen we aannemen dat dit op twee punten zal afwijken van de bepaalde overschrijdingsfrequentie:

- bij een langere reeks zullen ook extreme peilen (> 0 m. NAP) met een zeer geringe overschrijdingskans optreden;
- de kans op het optreden van peilen tussen 0 m. NAP en circa 0,5 m. –NAP zal bij een langere reeks lager zijn, omdat 2003 een relatief nat jaar was.

Beknopte gevoeligheidsanalyse
In de rapportage van Altenburg&Wymenga is met het oog op het voorgaande een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Op basis daarvan is geconcludeerd dat als wordt uitgegaan van andere maaiveldhoogtes en een langere meetreeks, grotere effecten van een extreem hoog boezempeil op de muizenpopulatie en daarmee op Kiekendieven mogelijk zijn. De kans echter dat bodemdaling dergelijke effecten veroorzaakt is gering, maar met een kans van 1 dag per 5 jaar, kan dit wel effecten op de muizenpopulatie en de kiekendieven hebben. Hierbij moet wel worden bedacht dat in een dergelijk geval en bij een dergelijk peil, ook zonder bodemdaling de betreffende gebieden (met name De Rug) vrijwel geheel zullen overstromen.

Beheersscenario´s Watervisie
In paragraaf 4.2.3 en 4.3.5 is uitgebreid ingegaan op de mogelijke gevolgen van de andere scenario´s voor het waterbeheer van het Lauwersmeer. Deze scenario's worden overwogen in het kader van de Watervisie [ref. 7.6 en 7.7] en anticiperen op veranderingen die in nodig zijn in de toekomst met het oog op het veranderende klimaat en water/natuurbeheer. In paragraaf 4.2.4 is ook aangegeven dat de veranderingen als gevolg van bodemdaling door aardgaswinning het grootst zijn onder het scenario Peilconsolidatie omdat de andere scenario's veranderingen met zich meebrengen die de effecten van bodemdaling door gaswinning ver overstijgen. Het scenario Peilconsolidatie is daarom de basis voor de effectbeschrijving (wordt case benadering). Daarbij dient opgemerkt te worden dat het 'vernatten' vanuit de natuurdoelen voor het Lauwersmeer op zichzelf als positief wordt aangemerkt, omdat het de voortschrijdende verruiging terug gaat

Referenties

7.1 Ontwikkelingen en huidige situatie van natuurwaarden in het Lauwersmeer, een verkenning van de natuurwaarden en de mogelijke effecten van bodemdaling door gaswinning, Altenburg&Wymenga ecologisch onderzoek, oktober 2005.

7.2 Effectenstudie Waterhuishouding aardgaswinning Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen, Grontmij september 2005.

7.3 Zoetendal, J.R., Y. de Leeuw & N. Zwaanswijk. 2005. Effectenstudie aardgaswinningen Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Grontmij, Drachten

7.4 Ietswaart , T. & J.S. Rus 2001. Natuurvriendelijke waterhuishouding Lauwersmeer. Eindrapportage achtergronddocument. Iwaco projectnr. 25894, Iwaco, Groningen.

7.5 Rooij, S.A.M. van & H.J. Drost (red.) 1996. Het Lauwersmeergebied: 25 jaar onderzoek ten dienste van natuurontwikkeling en beheer. Flevobericht nr. 387. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad.

7.6 Provincies Fryslân en Groningen, 2005. Notitie reikwijdte en detailniveau ten behoeve van SMB Watervisie Lauwersmeer, Arcadis, 20 september 2005.

7.7 Onderweg naar de Watervisie Lauwersmeer, Bestuurlijk Overleg Watervisie Lauwersmeer, maart 2005.

7.8 TNO-NITG, 1997. Onderzoek waterhuishoudkundige inrichting Frieland (fase 2, 2e vervolg). In opdracht van de provincie Friesland, januari 1997.



Aantekeningen



Inhoudsopgave

8 Leemten in kennis 292
8.1 Inleiding 292
8.2 Bestaande toestand en autonome ontwikkeling 293
8.3 Effecten van de voorgenomen activiteit 295
8.4 Conclusies 298



8 Leemten in kennis

8.1 Inleiding

Wettelijke inhoudseis
De wettelijke regels voor milieueffectrapportages zijn vastgelegd in de Wet milieubeheer. Artikel 7.10 van de Wet milieubeheer bevat een overzicht van acht algemene inhoudseisen waaraan elk MER moet voldoen. Een van deze inhoudseisen houdt in dat in een MER wordt aangegeven welke 'leemten in kennis' er tijdens het onderzoek geconstateerd zijn bij de beschrijving van:

- de bestaande toestand en de autonome ontwikkeling;
- de effecten van de voorgenomen activiteit.

De beschrijving van leemten in kennis in een MER dient een specifiek doel, dat samenhangt met de functie die een MER heeft als hulpmiddel om het milieubelang een volwaardige plaats te kunnen geven bij de besluitvorming. De beschrijving dient inzichtelijk te maken:

- of er op het moment waarop een MER gereed is en ter inzage wordt gelegd, nog essentiële milieu-informatie ontbreekt;
- en zo ja: wat de betekenis is van de geconstateerde kennisleemten voor de besluitvorming.

In de richtlijnen voor dit MER is aangegeven dat er in dit geval voor de uitwerking van deze inhoudseis geen verdere aanbevelingen zijn in aanvulling op het algemene wettelijke voorschrift om de leemten in kennis te beschrijven. De leemten in kennis rond de bestaande toestand en de autonome ontwikkeling van het studiegebied komen aan de orde in paragraaf 8.2. De leemten in kennis rond de effecten van de voorgenomen activiteit op het Waddenzeesysteem en het Lauwersmeergebied worden behandeld in paragraaf 8.3. De centrale vraag in dit hoofdstuk is of het thans gereed zijnde MER voldoende milieu-informatie bevat om het milieubelang volwaardig te kunnen meewegen bij de besluitvorming over de vergunningen die de NAM nodig heeft om de voorgenomen activiteit te kunnen realiseren.

Productielocaties en transportleidingen
In hoofdstuk 2 van dit MER zijn de voorbereidende werkzaamheden op de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen en de aanleg van de transportleidingen beschreven. Het gaat hier om concreet omschreven werkzaamheden, die enkele weken tot enkele maanden in beslag nemen. De milieueffecten van deze werkzaamheden zijn in dit MER nauwkeurig beschreven en op verschillende punten ook in meer detail uitgewerkt in de vergunningaanvragen. Afgezien van mogelijke vertragingen in de uitvoering door onvoorziene technische omstandigheden, zijn er rond de voorbereidende werkzaamheden geen leemten in kennis geconstateerd die relevant zijn voor de besluitvorming. In verband hiermee kan ook worden opgemerkt dat voor de beoordeling van leemte in kennis ook gebruik is gemaakt van de ervaringen in het verleden met de aanleg van de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen en de verrichtte boringen op deze locaties.
Ten aanzien van de milieueffecten van het gebruik van de productievoorzieningen (de installaties op de locaties en de transportleidingen) zijn er evenmin leemten in kennis. Kortom, de informatie in hoofdstuk 2 van dit MER biedt (samen met de vergunningaanvragen) een compleet beeld van dit onderdeel van de voorgenomen activiteit. De productielocaties en de transportleidingen kunnen daarom verder in dit hoofdstuk buiten beschouwing blijven.

Meting en monitoring ('evaluatie') als integraal onderdeel van de voorgenomen activiteit
Vooraf zij opgemerkt dat er juist bij leemten in kennis een belangrijk verschil is tussen dit MER en andere milieueffectrapporten. In de praktijk is het gebruikelijk in een MER de uiteenzetting over leemten in kennis te koppelen aan een voorstel voor een evaluatieprogramma. De uitvoering van zo'n evaluatie is een wettelijke verplichting in het kader van de Wet milieubeheer. Doel ervan is na verloop van tijd te onderzoeken welke

effecten er feitelijk optreden bij realisatie van een voorgenomen activiteit, en hoe deze effecten qua aard en omvang zich verhouden tot de eerder in het MER gepresenteerde effectvoorspellingen. Het bevoegd gezag is verantwoordelijk voor de uitvoering van deze evaluatie, en kan op de grond van de resultaten daarvan besluiten dat aanvullende maatregelen moeten worden getroffen (bijvoorbeeld indien effecten in werkelijkheid groter blijken te zijn dan voorspeld).

Een bijzonderheid van de voorgenomen activiteit die in dit MER centraal staat, is dat daarin controles op de prognoses een belangrijk onderdeel vormen, en er ook de garantie is dat deze controles van meet af aan en gedurende de gehele doorlooptijd van het project worden uitgevoerd. De feitelijke uitvoering hiervan wordt ter hand genomen door de NAM, op basis van meet-, monitor- en rapportageverplichtingen die het bevoegd gezag vastlegt in vergunningvoorschriften. Het bevoegd gezag beoordeelt uiteindelijk de resultaten. Voor wat de effecten op de Waddenzee betreft, vloeit deze aanpak voort uit het hand aan de kraan-principe, waarin een hoofdrol is weggelegd voor meting en monitoring. Het uit te voeren meetplan en monitoringsplan zijn beschreven in **hoofdstuk 5**. Daar is ook aangegeven dat gedurende de productieperiode – en daaraan voorafgaand; de nul-metingen – eveneens uitgebreide meting en monitoring in het Lauwersmeergebied plaatsvindt.

Het feit dat er op uitgebreide schaal meting en monitoring plaatsvindt, betekent dat er lopende het project voortdurend aanvullende informatie vergaard wordt. Dit maakt het mogelijk om de vooraf voorspelde effecten constant te vergelijken met waarnemingen en analyses van wat er ‘in het veld’ gebeurt. Daar komt nog bij dat er de gelegenheid is tijdens de productieperiode via de hand aan de kraan in te grijpen. Alleen al daardoor zijn er in dit geval veel minder kennisleemten die een risico zouden kunnen inhouden dan normaal gebruikelijk is bij de realisatie van m.e.r.-plichtige projecten.

De invalshoek bij de uiteenzetting van de leemten in kennis kan hiermee nog enigszins aangescherpt worden. De vraag is niet alleen of er momenteel voldoende informatie is voor een weloverwogen besluit; de vraag is ook of eventuele resterende leemten in kennis adequaat geadresseerd worden in de meting en monitoring tijdens de uitvoering. Uiteraard zijn meting en monitoring in elk geval gericht op de effecten van de voorgenomen activiteit, maar ook autonome ontwikkelingen in het studiegebied waarover op dit moment nog onduidelijkheid bestaat, worden meegenomen in het uit te voeren meet- en monitoringsprogramma. Een van de voorbeelden hiervan betreft de beleidskeuzes van de overheid die in de komende tijd gemaakt gaan worden over het Lauwersmeergebied. Welk van de mogelijke scenario’s (**zie hoofdstuk 4**) de voorkeur krijgt, is op dit moment nog niet bekend. Wordt echter inderdaad gekozen voor een scenario met meer dynamiek in het waterpeil dan in de huidige situatie, dan komen daarmee ook de effecten van de voorgenomen activiteit in een ander perspectief te staan. Het continue proces van meting en monitoring biedt de mogelijkheid voortdurend in te spelen op voortschrijdende autonome ontwikkelingen en op voortschrijdend inzicht

8.2 Bestaande toestand en autonome ontwikkeling

Bij de beschrijving van de bestaande toestand in het studiegebied zijn geen leemten in kennis geconstateerd die essentieel geacht worden voor de besluitvorming. De Noordzeekustzone, Ameland en het Pinkegat zijn sinds 1987 onderdeel van een uitgebreid en intensief monitoringsprogramma geheel gericht op het bepalen en kwantificeren van de effecten van bodemdaling. Bijna 20 jaar van intensief onderzoek laten zien dat er geen essentiele kennisvragen openstaan. Ook op de Paezemerlannen zijn sinds 1994 uitgebreide metingen verricht aan de slibbalans en vegetatie. Bovendien worden voor de kust van deze kwelder sinds 2003 uitgebreide sedimentatiemetingen verricht. Ook het Lauwersmeergebied is sinds jaren onderwerp van studie. Veel ecologische studies zijn begonnen na de afsluiting. Ook de waterbalans is steeds onderwerp van studie en stond recent weer in de aandacht in verband met nieuwe inrichtingsplannen. Hierdoor is reeds veel kennis aanwezig. Op voornoemde specifieke punten zijn aanvullingen in de kennis nuttig, maar niet noodzakelijk voor de voorgenomen activiteit. Dit geldt zowel voor de niet-levende natuur (abiotiek) als de levende natuur (biotiek), en het geldt zowel voor het Waddenzeesysteem als voor het

Lauwersmeergebied. Kennisleemten rond de autonome ontwikkeling worden hieronder toegelicht.

Bodemdaling door lopende gaswinning
Vooral voor het Pinkegat is de nog resterende bodemdaling als gevolg van de in 1986 gestarte Amelandwinning van belang. De betreffende bodemdalingsprognoses zijn opgenomen in de weergave van het productiescenario in hoofdstuk 5. Over de exactheid van de bodemdalingscontour onder het wad van de Amelandwinning is sprake van enige onzekerheid vanwege het beperkte aantal metingen dat daar is uitgevoerd (zie 5.2.2). Onderdeel van het meetplan (zie 5.3) is een uitbreiding van deze metingen. De nog resterende onzekerheid wordt hiermee weggenomen. In afwachting van de resultaten hiervan, is voor de bodemdaling door de Amelandwinning in dit MER veiligheidshalve een worst-case-prognose als uitgangspunt genomen.

Voor de bestaande gaswinning van locatie Anjum (de Anjumvelden) en Kollumerpomp zijn in dit MER beperkte leemten in kennis gesignaleerd met betrekking tot de ontwikkeling van de zogeheten hoge platen in het Lauwersmeer. Deze leemten interfereren niet met de voorgenomen activiteit, omdat die droge platen in het Lauwersmeer niet zal beïnvloeden. NAM besloten deze ontwikkelingsvragen die samenhangen met de in uitvoering zijnde winning van Anjum mee te nemen in het monitoringsplan voor de nieuwe winning. Hiermee zullen ook deze leemten de komende jaren worden ingevuld.

Zeespiegelstijging
Voor de autonome ontwikkeling is zeespiegelstijging een belangrijke factor. Over het effect van zeespiegelstijging voor de Waddenzee en het Lauwersmeergebied is voldoende informatie beschikbaar. Er is, met andere woorden, geen gebrek aan kennis of inzicht rond de vraag hoe zeespiegelstijging als zodanig ‘het systeem’ van de Waddenzee en het Lauwersmeergebied beïnvloedt. Ook is voldoende bekend over wat de concrete effecten zijn van zeespiegelstijging met een snelheid zoals deze in de afgelopen 100 jaar geweest is: 1,8 mm/jaar.

Een leemte in kennis is of er een versnelling van de zeespiegelstijging gaat optreden, en zo ja vanaf welk moment en in welk tempo deze zich gaat voltrekken. Dit is een structurele onzekerheid, die eveneens relevant is voor alle andere projecten in Nederland waarbij zeespiegelstijging een rol kan spelen. Dit betreft onder meer plannen voor het beperkt inlaten van zeewater in het Lauwersmeer en bestaande activiteiten zoals de bemalingsinspanning om Nederland droog te houden, de totale omvang van zandsuppleties, kwelderonderhoud en verhoging van de zeedijken.

In dit MER is het meest conservatieve scenario voor zeespiegelstijging als uitgangspunt genomen dat door Rijkswaterstaat is opgesteld en geaccordeerd is door de Interdepartementale Waddenzeecommissie (IWC). Dit scenario is weergegeven en toegelicht in onder meer hoofdstuk 3 en 5 van dit MER. Door het aanzienlijk temperen van de productie (Hand aan de kraan) blijft de gemiddelde bodemdalingssnelheid binnen de resterende gebruiksruimte voor gaswinning. Toepassen van een minder conservatief scenario voor zeespiegelstijging (60 cm/eeuw) geeft aanzienlijk meer gebruiksruimte, waardoor zelfs de gemiddelde bodemdalingssnelheid van de voorgenomen activiteit (zonder getemperde productie) onder de meest conservatieve natuurgrens blijft. Overigens wordt de feitelijke ontwikkeling van de zeespiegelstijging nauwkeurig gevolgd, zodat hiermee gedurende de productieperiode rekening gehouden kan worden.

De levende natuur
De beschrijving van de bestaande toestand en autonome ontwikkeling van de levende natuur (biotiek) is mede gebaseerd op de voor dit project uitgevoerde studies van het onderzoeksinstituut Alterra [ref. 8.1] en het onderzoeksbureau Altenburg & Wymenga [ref. 8.2]. Voor alle relevante soorten zijn de benodigde basisgegevens verzameld en geanalyseerd. Daarbij is speciale aandacht uitgegaan naar soorten en habitattypen die van belang zijn in verband met de status van het Lauwersmeer en de Waddenzee als Speciale Beschermingszone (SBZ) in het kader van de Vogelrichtlijn en de status van de Waddenzee als SBZ in het kader van de Habitatrichtlijn. Op die manier is ook het

vertrekpunt gecreëerd voor de passende beoordeling voor de SBZ's Lauwersmeer en Waddenzee. Aanvullend is een passende beoordeling met betrekking tot de Noordzeekustzone (eveneens een SBZ) uitgevoerd.

Uit de verrichte onderzoeken kan met zekerheid geconcludeerd worden dat er in de autonome ontwikkeling geen effecten voor de levende natuur zullen optreden als gevolg van bodemdaling door lopende gaswinning. Voor de Waddenzee is dit ook expliciet bevestigd in de lopende monitoring van de Amelandwinning [ref. 8.3]. Deze monitoring wordt in de komende jaren voortgezet.

Overigens is de autonome ontwikkeling van veel Vogel- en Habitatrichtlijnsoorten met onzekerheden omgeven, omdat deze ontwikkeling afhangt van een complex van factoren. Dit is een van nature aanwezige structurele onzekerheid, maar het betreft geen leemte in kennis die op enigerlei wijze relevant is voor de besluitvorming over de voorgenomen activiteit. Vermeldenswaardig is dat er voor de levende natuur in de Waddenzee reeds uitgebreide nationale en internationale montoringsprogramma's lopen, mede in het kader van de Trilaterale Waddenzeeovereenkomst tussen de drie Waddenzeelanden, waarover eind 2005 nieuwe afspraken voor de komende 5 jaar zijn gemaakt. Daarmee is het niet alleen goed mogelijk de ontwikkelingen van de levende natuur op de voet te volgen, maar deze ook in een internationale context te plaatsen. De autonome ontwikkeling van het Waddengebied wordt namelijk ook op de voet gevolgd middels het internationale Trilaterale Monitoring en Assessment Program (TMAP). Dit programma wordt jaarlijks besproken en bijgesteld waar nodig. Ook de telling van vogels en zeezoogdieren maken deel uit van dit programma. TMAP levert daardoor de internationale context op populatie niveau. Een overzicht van de resultaten van de afgelopen 5 jaar is zojuist verschenen in het zogeheten Quality Status Report (QSR) van de Waddenzee (zie htpp://cwss.www.de/; **Wadden Sea Ecosystem No. 19 - 2005**. Editors: K. Essink, C. Dettmann, H. Farke, K. Laursen, G. Lüerßen, H. Marencic, W. Wiersinga). Belangrijke onderzoeksvragen hebben met name betrekking op verontreinigende stoffen die via rivieren worden aangevoerd en het effect van zeespiegelstijging op de overgang van slikrijke wadplaten naar kwelders. Olie- en gaswinning wordt ook beschreven in het QSR 2004, maar leidt niet tot zorgpunten.

Het monitoringsplan in het kader van de voorgenomen activiteit (zie paragraaf 5.4) sluit waar mogelijk op de reeds lopende programma's aan.

8.3 Effecten van de voorgenomen activiteit

Bodemdalingsprognose
Het voorspellen van bodemdaling door gaswinning is een Nederlandse specialiteit en onderdeel van onderzoek sinds 1962. De eerste 10 jaar waren nodig voor het – in internationaal kader – ontwikkelen van modellen voor gaswinning. De afgelopen 30 jaar heeft met name in het licht gestaan van verfijnen en kalibreren. De bodemdalingsprognose wordt altijd gebaseerd op de laatste technische ontwikkeling en inzichten. Dat geldt uiteraard ook voor de prognose betreffende de voorgenomen winningen. Bovendien is de bodemdaling vanwege Amelandgaswinning herberekend met gebruikmaking van de laatste inzichten. Essentieel in de cyclus van verbetering van voorspellingen is meting en herijking. Om die reden wordt veel aandacht gegeven aan het meetplan. In de toelichting in paragraaf 5.2 is uiteengezet welke leemten in kennis aan de orde zijn bij bodemdalingsprognoses van winning uit velden zonder productiegeschiedenis. Via metingen (zie paragraaf 5.4) wordt de feitelijke bodemdaling nauwlettend gevolgd, zowel in de Waddenzee en het Lauwersmeergebied als met medeneming van bodemdaling door reeds lopende gaswinningen.
In elke prognose zit een leemte in kennis die gevormd wordt door een zekere bandbreedte. De leemte in kennis is dat we niet exact weten wat de bodemdaling wordt, maar wel de bandbreedte kennen waarbinnen die moet uitkomen en kunnen sturen in snelheid en omvang. Om die reden is de leemte in kennis in deze prognoses niet essentieel voor besluitvorming. Het exacte verloop van de bodemdaling en de gegenereerde omvang van de gebruiksruimte wordt de komende jaren bepaald door de uit te voeren metingen.

Abiotische effecten Lauwersmeergebied
De nieuwe winning heeft slechts een zeer beperkte invloed op het Lauwersmeer. Er is geen leemte in kennis gevonden die essentieel is voor besluitvorming. In relatie tot de in uitvoering zijnde gaswinning van Anjum en aangrenzende velden is in het onderzoek evenwel vastgesteld dat een mogelijke invloed op de hoge platen niet kan worden uitgesloten met een mogelijk gevolg voor de kalkhuishouding. Hoewel dit geen relatie heeft met de nieuwe winning zullen de effecten van de bodemdaling van Anjum integraal worden meegenomen in het toekomstige monitorprogramma.

Abiotische effecten Waddenzeesysteem
De abiotische effecten van de productie voor het Pinkegat en de Zoutkamperlaag zijn berekend door WL Delft Hydraulics met verschillende modellen [ref. 8.4]. Daarbij is steeds de bodemdaling door de lopende Amelandwinning als uitgangspunt genomen en is 1985 als startpunt gekozen. De bodemdaling door de nieuwe winningen is hieraan toegevoegd. Op deze manier zijn zowel de bijdragen van 'Ameland' en 'nieuwe winningen' afzonderlijk als het totaal (cumulatie) inzichtelijk gemaakt.

Door deze aanpak kon ook teruggekeken worden in de tijd en ontstond een mogelijkheid om de aldus door het WL berekende uitkomsten, te vergelijken met de actuele en intensieve waarnemingen over de periode 1985-2005 die onder toezicht van de Commissie Bodemdaling Ameland zijn gedaan.

Er is sprake van een zekere bandbreedte in de effectbeschrijvingen door beide modellen. Er is ook sprake van een bandbreedte met werkelijke waarnemingen in de periode 1985-2005. De werkelijkheid laat zich daarbij het best beschrijven, indien rekening wordt gehouden met de 18,6-jarige cyclus. Er is bij de huidige stand van kennis daarom voldoende zekerheid dat de effecten binnen deze bandbreedte blijven. Er is bovendien voldoende zekerheid dat de effecten maar heel beperkt zijn, vergeleken met natuurlijke bandbreedten en de autonome ontwikkelingsscenario's van zeespiegelrijzing.

Belangrijk is dat, als gezegd, middels het meetplan bepaald wordt wat de bodemdaling is en in het monitoringsplan regelmatig gemeten zal worden in welke mate sedimentatie optreedt en hoe deze kombergingsgebieden zich ontwikkelen. Daartoe worden verschillende technieken ingezet, waaronder zogenoemde spijkermetingen (tweemaandelijks) en 'remote sensing'. Hierbij wordt zo goed mogelijk aangesloten bij het lopende monitoringsprogramma van Ameland, ook wat betreft het kwelderonderzoek.

Zandvraag
Ten aanzien van de zandvraag kan het als een zekerheid beschouwd worden dat de zeespiegelstijging van de afgelopen eeuwen in de Waddenzee gecompenseerd werd door aanvoer van zand vanuit de Noordzeekustzone tot een diepte van –20 meter. Het is daarbij komen vast te staan dat de zandvoorraden langs de Hollandse kust en de meest westelijke Waddenzee-eilanden beperkt zijn. Deze voorraden moeten regelmatig worden aangevuld middels suppleties. Ameland is het meest oostelijke eiland waar suppleties nodig zijn.

Uiteindelijk zal het bodemdalingsvolume dat de winningen gaan veroorzaken eveneens gecompenseerd moeten worden via de aanvoer van sediment van buiten de Waddenzee. Het ligt in de lijn der verwachting dat dit op enig moment ook merkbaar zal worden in de volumes van de zandsuppleties die periodiek ter hoogte van Ameland worden uitgevoerd. Duidelijk is dat de huidige suppletiehoeveelheden voldoen aan de zandvraag ten aanzien van zeespiegelrijzing. De benodigde hoeveelheid is circa 500.000 m^3 per jaar. Het is op dit moment onbekend op welk moment de bodemdaling van de gaswinning op Ameland zichtbaar zal worden in de suppletievolumes.

De nieuwe winning zal ook een zandvraag genereren. Die is echter veel kleiner dan van de gaswinning op Ameland. Voor de Zoutkamperlaag zal die extra zandvraag samenvallen met de sterk gestegen autonome zandvraag door uitputting van de voordelta onder invloed van zeespiegelstijging.

De vraag wanneer de extra zandhonger van de nieuwe gaswinning doorwerkt in de suppletiebehoefte kan alleen opgelost worden door nauwgezette monitoring van suppletiehoeveelheden in samenhang met suppleties op andere eilanden.

Effecten voor de levende natuur
De effecten van de productie voor de levende natuur in de Waddenzee zijn in kaart gebracht door Alterra. De analyse draait daarbij om veranderingen in twee factoren die doorslaggevend zijn voor de levende natuur: de sedimentsamenstelling en het plaatareaal.

Op basis van het verrichte onderzoek en op basis van eerder onderzoek (zoals meegenomen in het RIKZ-rapport) kan met zekerheid geconcludeerd worden dat bodemdaling door gaswinning de sedimentsamenstelling niet beïnvloedt. De bodemdaling door de Amelandwinning heeft hierop geen invloed, de bodemdaling door de nieuwe winningen evenmin, en ook door het totaal aan bodemdaling van alle winningen zal de sedimentsamenstelling niet veranderen.

De berekende afname van het plaatareaal is gering ten opzichte van het totale plaatareaal in beide kombergingen. De berekende afname is bovendien geringer dan de natuurlijke fluctuatie in het plaatareaal.

Op basis van bovenstaande bevindingen is door Alterra geconcludeerd dat er geen relevante (en meetbare) effecten voor de levende natuur zijn. Dit geldt uiteraard ook voor de soorten die beschermd zijn in het kader van de Vogel- en Habitatrichtlijn.

De aanvullende passende beoordeling ten aanzien van de effecten van een mogelijke intensivering van zandsuppleties bij Ameland heeft laten zien dat er, rekening houdend met de voorlopige instandhoudingsdoelstellingen voor de Noordzeekustzone, geen sprake is van aantasting van natuurwaarden.

Ook voor het Lauwersmeergebied worden geen effecten op de levende natuur verwacht ten gevolgde van de voorgenomen winningen.

De ‘natuurgrens’
In paragraaf 3.6 van dit MER is ingegaan op de ‘natuurgrens’ voor de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag. De meest strikte grens is bepaald op basis van geologisch onderzoek naar de wordingsgeschiedenis van de Waddenzee. Centraal staat daarbij dat het geomorfologisch evenwicht van de betreffende kombergingsgebieden in de Waddenzee in stand dient te blijven, omdat de natuurlijke kenmerken van de Waddenzee, zowel de abiotische als biotische, hiervan afhangen. Met dit doel zijn de begrippen meegroeivermogen en gebruiksruimte gedefiniëerd en grenzen vastgesteld. Een veilige grens voor het lange termijn meegroeivermogen van de betreffende kombergingsgebieden is voor Pinkegat bepaald op gemiddeld 6 mm/jaar over perioden van 18,6 jaar en voor Zoutkamperlaag op 5 mm/jaar over perioden van 18,6 jaar (gemiddeld over het hele oppervlak).

Voor beide kombergingen moet de zeespiegelstijging hierop in mindering worden gebracht. De ruimte die daarna nog overblijft, kan beschouwd worden als gebruiksruimte voor onder andere bodemdaling door gaswinning.

Prognoses en scenario’s met betrekking tot bodemdaling en zeespiegelstijging zijn hierboven al besproken. Voor de genoemde 6 mm/jaar voor het Pinkegat en 5 mm/jaar voor de Zoutkamperlaag kan nog opgemerkt worden dat dit de meest conservatieve waarden zijn die in de wetenschappelijke literatuur vermeld worden. Er is geen wetenschappelijke bron waarin aangegeven wordt dat er wellicht van *lagere* waarden uitgegaan zou moeten worden. Daarentegen laten historische gegevens en resultaten van de monitoring rond de Amelandwinning zien dat er goede redenen zijn om *hogere* waarden als een realistisch uitgangspunt te beschouwen. Dit blijkt ook uit de rekenmodellen van het WL Delft Hydraulics: deze geven een grenswaarde van ongeveer 11 mm per jaar. Met andere woorden het herstelvermogen van het waddensysteem is met zekerheid niet kleiner, en naar verwachting veel groter dan waarvan bij de

toestemming voor gaswinning wordt uitgegaan. Door niettemin van de laagste genoemde waarden van 6 respectievelijk 5 mm/jaar uit te gaan, is dus een grote mate van zekerheid ingebouwd. Het blijft daarbij een belangrijke vraag – ook in de maatschappelijke context vanuit beleid en beheer met oog op een mogelijk toekomstige versnelling van de zeespiegelstijging – om beter te bepalen waar die grenswaarde ligt.

8.4 Conclusies

Tabel 8.1 leemten in kennis bestaande toestand en autonome ontwikkeling.

leemte in kennis	relevant voor besluitvorming nieuwe winning	mee te nemen in meting en monitoring	bij te sturen tijdens bestaande productie
Bodemdaling Amelandwinning	Nee	Voortzetting bestaande monitoring	n.v.t.
Bodemdaling Anjumwinning	Nee	Ja, in nieuw op te zetten monitoring	n.v.t.
Zeespiegelstijging	Ja	Ja, bijsturen nieuwe productie	n.v.t.
Zandvraag	Nee	Nee, is bestaande activiteit van overheid	Eventueel extra suppleren
Levende natuur	Nee	Ja, aansluiten bij Ameland monitoring en opzetten monitoringsplan voor Lauwersmeer	n.v.t.

Tabel 8.2 leemten in kennis effecten productie.

leemte in kennis	relevant voor besluitvorming	mee te nemen in meting en monitoring	bij te sturen tijdens productie
Bodemdalingsprognose	Ja	Metingen gebruiken om modellen te calibreren	Productie: Hand aan de Kraan
Abiotische effecten Lauwersmeergebied	Nee	Ja, waterstanden en grondwater	Nee
Abiotische effecten Waddenzee	Nee	Afstemming met Monitoring Ameland	Extra controle op voorspellingen
Zandvraag	Nee	Volgen via noodzaak tot suppletie	Aanpassen suppleties
Effecten voor de levende natuur	Nee	Afstemming met Monitoring Ameland	Monitoring programma zo nodig aanpassen
'Natuurgrens'	Ja, maar is blijvende leemte	Natuurgrens kan alleen getoetst worden door deze te overschrijden.	Beneden conservatieve grenswaarde blijven

Het geheel overziend kan geconcludeerd worden dat er geen leemten in kennis zijn die besluitvorming in de weg staan. Het fundament wordt gevormd door een conservatieve, veilige natuurgrens. Bij onzekerheden rond bodemdalingsprognose is steevast in elk geval de worst case meegenomen. Voor zeespiegelstijging is het door Rijkswaterstaat opgestelde en door de Interdepartementale Waddenzeecommissie geaccordeerde scenario als uitgangspunt genomen. Bij de effectvoorspellingen is gebruik gemaakt van de best beschikbare wetenschappelijke kennis, aangevuld met specifiek voor dit project verricht onderzoek door gerenommeerde onderzoeksinstituten. En meting en monitoring van de feitelijke effecten, met een hierop aansluitende mogelijkheid om tussentijds in te grijpen, is volledig verankerd in de voorgenomen activiteit.



Aantekeningen



Aantekeningen



Inhoudsopgave

9 Vervolg m.e.r. procedure en te nemen besluiten 302
9.1 M.e.r.-plichtige besluit 302
9.2 Overige vergunningen 302
9.3 Rijksprojectenprocedure 304
9.4 Toelichting op een aantal te nemen besluiten 305
9.5 Passende beoordeling in dit MER 307
9.6 Passende beoordeling bij de rijksprojectenbesluit 307
9.7 Passende beoordeling en strategische milieubeoordeling PKB Derde Nota Waddenzee 307
9.8 Beleidskader en reeds genomen besluiten 308



9 Vervolg m.e.r. procedure en te nemen besluiten

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het vervolg van de m.e.r. procedure en de te nemen besluiten van de betrokken bestuursorganen.

9.1 M.e.r.-plichtige besluit

De voorgenomen gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen bedraagt meer dan 500.000 m³ per dag per locatie. Met verwijzing naar het Besluit m.e.r. 1994 (laatste gewijzigd in 2005) onderdeel C, categorie 17.2, is het opstellen van een Milieueffectrapport (MER) verplicht ten behoeve van het nemen van besluiten waarop de afdelingen 3.5. van de Algemene wet bestuursrecht (Awb) en 13.2 van de Wet milieubeheer (Wm) van toepassing zijn. Voor het oprichten en in werking hebben van een mijnbouwwerk ten behoeve van winning van aardgas is van de Minister van Economische Zaken (EZ), een Wet milieubeheervergunning ex artikel 8.1 noodzakelijk. Deze besluiten – drie Wm-vergunningen – zijn aan te merken als besluiten waarvoor dit MER is gemaakt.

Met ingang van juni 2005 is de Uniforme openbare voorbereidingsprocedure als opgenomen in Afdeling 3.4 Awb van kracht. Deze procedure zal worden toegepast bij de vergunningverlening op grond van de Wet milieubeheer en op de overige van toepassing zijnde te verlenen vergunningen vanwege de geldende Rijksprojectenprocedure.

Gezien de samenhangende mogelijke milieueffecten van het in productie nemen van voornoemde locaties is één MER opgesteld ten behoeve van de te nemen besluiten Wet milieubeheer.

Na aanvaarding van het MER door de Minister van EZ, wordt het MER gelijktijdig met de vergunningsaanvragen Wet milieubeheer gepubliceerd en liggen de stukken 6 weken ter inzage voor inspraak. Tevens zal de Commissie voor de milieueffectrapportage, 5 weken na de inspraak een advies uitbrengen aan de Minister van EZ.

Dit MER kan ook worden gebruikt voor een milieueffectbeoordeling, voor zover nodig, in het kader van de Richtlijn 2001/42/EG van het Europese Parlement en de Raad van 27 juni 2001, betreffende de beoordeling van gevolgen voor het milieu van bepaalde plannen en programma´s (SMB-richtlijn) alsmede ten behoeve van andere voor onderhavige gaswinning benodigde besluitvorming wanneer bij die besluiten ook natuur- en milieu aspecten een rol spelen.

9.2 Overige vergunningen

De uitvoering van de winning van aardgas vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen vergt een aantal vervolgbesluiten die genomen moeten worden door verschillende bevoegde bestuursorganen. In de onderstaande tabellen zijn deze te nemen besluiten opgesplitst voor specifiek de gaswinning/locatie-inrichting en de aanleg van de gastransportleidingen.

Tabel 9.1. Gaswinning/locatie-inrichting

Wettelijk kader	Bevoegd gezag	Besluit
Mijnbouwwet	Minister van Economische Zaken	In verleden reeds verleende winningsvergunningen (voorheen concessies) * • Noord-Friesland • De Marne • Groningen
Mijnbouwwet	Minister van Economische Zaken	Instemming winningsplan.
Mijnbouwwet	Minister van Economische Zaken	Instemming op meetplan
Wet milieubeheer	Minister van Economische Zaken	(m.e.r.-plichtige) Milieuvergunningen voor de inrichtingen Lauwersoog, Moddergat en Vierhuizen.
Wet Ruimtelijke Ordening	De Raden van de Gemeenten De Marne en Dongeradeel	Bestemmingsplannen Moddergat/Lauwersoog/ Vierhuizen (Rijksprojecten besluit).
Woningwet art. 40/WRO art. 19	B&W Gemeenten Dongeradeel en De Marne	Bouwvergunningen Moddergat/Lauwersoog en Vierhuizen (Rijksprojecten besluit).
Natuurbeschermingswet 1998	Minister van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit	Nbw-Vergunningen Moddergat, Lauwerwsoog en Vierhuizen.

* Zie tekstkader

Winningsvergunningen (bestaand)

Winningsvergunning Noord-Friesland (verleend bij Koninklijk Besluit 17-2-1969)
De gasvoorkomens die vanaf de locaties Moddergat en Lauwersoog worden geproduceerd, vallen onder het gebied van de Winningsvergunning Noord-Friesland.
In de winningsvergunning is ten aanzien van bodemdaling de volgende tekst opgenomen:
artikel 14

- voor aanvang winning dient ten minste een waterpassing en lengtemeting te worden verricht;
- van iedere waterpassing en lengtemeting moet schriftelijk rapport aan de Inspecteur Generaal der Mijnen en provincie Friesland worden uitgebracht;
- indien uit de resultaten van de metingen blijkt dat bodemdaling optreedt zodanig dat voor de oppervlakte een ongewenste situatie dreigt te ontstaan, kan de minister van Economische Zaken maatregelen voorschrijven tot het zoveel mogelijk beperken van de bodemdaling of het zoveel mogelijk voorkomen van de nadelige gevolgen daarvan voor de oppervlakte.

Winningsvergunningen Groningen (Verleend bij Koninklijk Besluit 30 mei 1963) en De Marne (verleend op 5 september 1994)
Het gasvoorkomen dat vanaf de locatie Vierhuizen wordt geproduceerd, valt onder het gebied van de winningsvergunningen Groningen en De Marne.

Ten aanzien van de winningsvergunning Groningen geldt dat in het verleden een bodemdalingovereenkomst tussen NAM en diverse autoriteiten is opgesteld waarin financiële afspraken zijn vastgelegd.

In de winningsvergunning De Marne is ten aanzien van bodemdaling de volgende tekst opgenomen:
artikel 21

- voor de aanvang en gedurende de winning en tot een jaar na beëindiging worden door de houder van de winningsvergunning (zovaak de minister van EZ nodig oordeelt) waterpassingen en lengtemetingen verricht;
- van iedere waterpassing en lengtemeting wordt schriftelijk rapport uitgebracht aan Inspecteur Generaal der Mijnen en provincie Groningen;
- indien uit de resultaten van de metingen blijkt dat bodemdaling optreedt zodanig dat voor de oppervlakte een ongewenste situatie dreigt te ontstaan kan de minister van

EZ maatregelen voorschrijven tot het zoveel mogelijk beperken van de bodemdaling of het zoveel mogelijk voorkomen van de nadelige gevolgen daarvan voor de oppervlakte;
- al dan niet tijdelijk kan de ontginning worden gestaakt wanneer de resultaten van de bodemdalingmetingen daartoe aanleiding geven.

Tabel 9.2. Gastransportleidingen

Wettelijk kader	Bevoegd gezag	Besluit
Wegenwet / Gemeentelijke plaatselijke verordeningen etc.	B&W van de Gemeenten De Marne, Dongeradeel en Kollumerland	Vergunningen gastransportleidingen
Wet verontreiniging oppervlaktewateren	Besturen van de Waterschappen Fryslan en Noorderzijlvest	Lozingsvergunningen lozing bronneringswater
Grondwaterwet	Gedeputeerde Staten van de provincies Groningen en Friesland	Vergunningen/ meldingsplicht (grondwaterbemaling op pijpleidingtracé)
Wet Ruimtelijke Ordening ex artikel 19	Raden van de Gemeenten De Marne, Dongeradeel en Kollumerland	Vrijstellingen bestemmingsplan (Toepassing Rijksprojecten procedure)
Waterstaatwetgeving	Besturen van de Waterschappen Fryslan en Noorderzijlvest	Waterstaatkundige vergunningen
Natuurbeschermingswet 1998	Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit	Natuurbeschermings wetvergunningen gastransportleidingen Lauwersoog-Anjum en Vierhuizen-Munnekezijl
Flora en fauna wet	Minister van Landbouw, Natuur en voedselkwaliteit	Ontheffing Flora en fauna wet gastransportleiding Lauwersoog-Anjum
Provinciale milieuverordening Friesland	GS provincie Friesland	Ontheffing voor werken in/nabij Stiltegebied

9.3 Rijksprojectenprocedure

In de Kabinetsreactie op het advies van de Adviesgroep Waddenzeebeleid [TK 2003-2004, 29 684, nr. 1) heeft het kabinet al aangegeven te zullen zorgdragen voor coördinatie van vergunningsverlening. Om dit te bewerkstelligen wordt de rijksprojectenprocedure gevolgd. Op 15 april 2005 heeft de Minister van EZ, mede namens de Ministers van VROM, LNV en V&W, het besluit genomen tot het van toepassing verklaren van de rijksprojectenprocedure op gaswinning onder de Waddenzee (op grond van art. 39c wet op de Ruimtelijke Ordening). Op 20 april is dit besluit aan de Tweede en Eerste Kamer gezonden. Dit besluit opent de toegang tot de rijksprojectenprocedure voor de realisatie van gaswinning onder de Waddenzee. De Eerste Kamer heeft stilzwijgend ingestemd met dit toegangsbesluit. De Tweede Kamer heeft verzocht om Algemeen Overleg met de betrokken bewindslieden. Dit overleg heeft plaatsgevonden op 6 oktober jl.In dit overleg is gebleken dat de meerderheid van de Tweede Kamer kan instemmen met het kabinetsbesluit om de rijksprojectenprocedure voor dit project toe te passen.
Na het voornoemd toegangsbesluit zal op grond van de WRO artikel 39b door de Minister van EZ (als aangewezen projectminister) een rijksprojectenbesluit worden genomen. Bij de voorbereiding van dit besluit zal aan het afwegingskader op grond van artikel 6 van de Europese Habitatrichtlijn worden toegepast (“passende beoordeling”) en zal tevens een watertoets overeenkomstig het Besluit op de ruimtelijke ordening worden uitgevoerd.

Met de rijksprojectenprocedure wordt gestreefd naar een optimale stroomlijning van de verschillende vergunningen procedures (met verschillende bevoegde bestuursorganen). Binnen deze procedure zijn er twee zaken van bijzonder belang te weten:

- dat er rekening wordt gehouden met de onderlinge samenhang tussen de te nemen vergunningsbesluiten.
- dat er bij de verlening van alle benodigde vergunningen de Uniforme openbare voorbereidingsprocedure ex Afdeling 3.4 van de Awb wordt toegepast en waarbij alle vergunningen gelijktijdig worden afgehandeld.

Voordat daadwerkelijk tot gaswinning kan worden overgegaan, moeten de hiervoor genoemde vergunningsbesluiten worden genomen op grond van de Mijnbouwwet, Natuurbeschermingswet, Wet op de Ruimtelijke Ordening, Woningwet, Waterstaatswetgeving, Flora en fauna wet, Grondwaterwet, Wet verontreiniging oppervlaktewateren, Wet milieubeheer en provinciale- en gemeentelijke verordeningen. Het toegangsbesluit van de rijksprojectenprocedure maakt het mogelijk dat de projectminister als coördinerend bevoegd gezag – in dit geval de Minister van EZ – de besluitvorming coördineert.

9.4 Toelichting op een aantal te nemen besluiten

Wet milieubeheer vergunning/aanhoudingsplicht met instemming op winningsplan
Ingevolge artikel 38 van de Mijnbouwwet houdt de Minister van EZ de beslissing op een aanvraag om een Wet milieubeheer vergunning aan totdat hij heeft ingestemd met het winningsplan als bedoeld in artikel 34 van de Mijnbouwwet. Het winningsplan zal dan ook gelijktijdig worden ingediend met het MER en de vergunningsaanvragen Wet milieubeheer.

Hand aan de kraan
Het hand aan de kraan principe wordt voornamelijk geregeld via de vergunningverlening op basis van de Mijnbouwregelgeving (Winningsvergunning, Winningsplan en Meetplan) en de Natuurbeschermingswet 1998 (natuurbeschermingswetvergunningen inclusief monitoringsplan). Het hand aan de kraan principe wordt uitvoerig beschreven in hoofdstuk 5.

Winningsplan
Er zal één winningsplan worden opgesteld voor het in productie nemen van zes gasvelden vanaf de locaties Lauwersoog, Moddergat en Vierhuizen. Bij het bepalen van de cumulatieve bodemdalingssnelheid door gaswinning onder de Waddenzee worden ook de voorkomens betrokken die vanaf nabijgelegen locaties worden gewonnen. Voor ieder voorkomen zal afzonderlijk worden aangegeven wat het aandeel van bodemdaling is in het geheel aan te verwachten bodemdalingssnelheid.

In het winningsplan zullen op basis van navolgende regels de volgende aspecten aan de orde komen:
Mijnbouwwet artikel 34 en 35
In voornoemde artikelen is bepaald dat ondermeer de volgende aspecten bij de vergunningsaanvraag moeten worden vermeld:

- hoeveelheid en duur winning;
- mate van bodem beweging;
- maatregelen ter voorkoming van schade door bodembeweging;
- gegevens per voorkomen.

De formele weigeringsgronden van een Winningsplan kunnen zijn:

- risico van schade tengevolge van bodemdaling;
- strijdigheid met planmatig beheer van delfstoffen.

Mijnbouwbesluit artikel 24
Ten aanzien van bodemdaling dienen onder meer de volgende gegevens te worden opgenomen in de aanvraag om instemming op een winningsplan te verkrijgen:

- vereiste van bodemdalingscontourenkaart met uiteindelijke mate van bodemdaling;

- verloop van bodemdaling in tijd;
- inschatting onzekerheid;
- verwachte omvang en aard van de bodemdaling;
- maatregelen ter beperking en voorkoming van schade door bodembeweging.

In het winningsplan wordt aangegeven welk productiescenario wordt gehanteerd inclusief de daarbij horende verwachte bodemdalingssnelheid. Bij de keuze van het productiescenario wordt rekening gehouden met de toegestane natuurgrens (bodemdalingssnelheid door gaswinning per redelijke tijdseenheid waarbij geen aantasting van de natuurwaarden optreedt) ofwel de toegestane gebruiksruimte voor gaswinning. De toegestane gebruiksruimte voor gaswinning wordt bepaald door de bij vergunningverleningverlening betrokken bevoegde gezagen.

Meetplan
Op grond van de Mijnbouwregelgeving moet er een meetplan worden opgesteld. Een meetplan stelt de minister van EZ in staat om de prognoses van bodemdaling als aangegeven in het winningsplan te kunnen verifiëren door het bevoegd gezag. Op basis van metingen/berekeningen zal de bodemdalingssnelheidprognose worden geactualiseerd om vervolgens te kunnen vaststellen of er aanleiding is om gasproductie te temperen (toepassing hand aan de kraanprincipe).

De volgende aspecten zullen bij het Meetplan nader worden uitgewerkt op basis van hetgeen bepaald is in de Mijnbouwwet/Mijnbouwbesluit:

Mijnbouwwet artikel 41
- vereiste van meting voor aanvang winning;
- vereiste van metingen tijdens winning.

Mijnbouwbesluit artikel 30
- vereiste van meetplangegevens voor ieder voorkomen;
- meetplan voor winningperiode + uiterlijk 30 jaar;
- jaarlijkse actualisatieverplichting (tot 5 jaar na beëindiging winning);
- mogelijkheid van aanwijzingen door minister ten aanzien van tijdstip en plaatsen van metingen;
- meetplan dient te bevatten tijdstip, plaats en meetmethode.

Natuurbeschermingswetvergunningen passende beoordeling en monitoringsplan
Voor de voorgenomen activiteiten op de locaties Lauwersoog, Moddergat en Vierhuizen en de productie vanaf deze locaties zullen vergunningen op grond van artikel 19d van de Natuurbeschermingswet 1998 worden aangevraagd. Daarbij dient door de initiatiefnemer een passende beoordeling overeenkomstig de Natuurbeschermingswet 1998 artikel 19f te worden uitgevoerd.
De vergunningsaanvragen zullen door de Minister van LNV worden getoetst aan geldende instandhoudingdoelstellingen voor de Natuurbeschermingswetgebieden.

Bij het indienen van de Natuurbeschermingswetvergunningen zal ook een monitoringsplan worden ingediend. Bij de verlening van voornoemde Natuurbeschermingswetvergunningen zullen monitoringsvoorschriften worden opgelegd. Deze monitoringsvoorschriften dienen betrekking te hebben op parameters die van belang zijn in het kader van de instandhoudingsdoelstellingen voor de Waddenzee en het Lauwersmeer.

De te monitoren parameters binnen het aandachtsgebied dienen ten minste te bestaan uit de soorten en habitats die een rol hebben gespeeld bij de aanmelding van de Waddenzee als Vogel- en Habitat richtlijn gebied respectievelijk het Lauwersmeer als Vogelrichtlijngebied. Wanneer op basis van de monitoringresultaten blijkt dat door bodemdaling als gevolg van gaswinning voornoemde waarden dreigen te worden aangetast kan de minister van LNV de Natuurbeschermingswetvergunningen wijzigen of intrekken om aantasting van de te beschermen waarden te voorkomen.

9.5 Passende beoordeling in dit MER

In dit MER is voor het onderhavige project de passende beoordeling op grond van art. 6 lid 3 van de Habitatrichtlijn juncto artikel 19f Natuurbeschermingswet 1998 uitgevoerd. De basis van de passende beoordeling bestaat uit het rapport RIKZ 2004.025 d.d. 14 juni 2004, de resultaten van bodemdalingstudie Ameland en de aanvullende onderzoeken door externe deskundigen (Alterra/Altenburg&Wymenga/Waterloopkundig Laboratorium/ Grontmij en Oranjewoud)

Bij de passende beoordeling gaat het over het aantonen dat er geen aantasting van de in stand te houden kenmerken door de voorgenomen activiteit plaatsvindt.

Er gelden voor de Waddenzee momenteel voorlopige instandhoudingsdoelstellingen. Deze zijn opgesteld door de Minister van LNV en in bewindsliedenoverleg geaccordeerd april 2005 (zie kader).

Voorlopige instandhoudingdoelstellingen 'Vogel- en Habitatrichtlijn: Waddenzeegebied'
Als algemene kwalitatieve instandhoudingdoelstelling, voortvloeiend uit het stelsel van de Vogel- en Habitatrichtlijn, gelden de volgende aspecten:

"Het beleid en beheer ten aanzien van de voorlopige instandhoudingdoelstellingen 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, alsmede van de (bodem)flora en de (bodem)fauna, onder meer omvattende de foerageer-, broed- en rustgebieden van vogels."

De hierboven vermelde algemene, kwalitatieve instandhoudingdoelstelling heeft, meer specifiek, betrekking op het in gunstige staat houden van de ecologische vereisten van de genoemde kwalificerende soorten en habitats.

Definitieve vaststelling van de hierboven weergegeven algemene, kwalitatieve hoofdinstandhoudingsdoelstelling moet nog plaatsvinden. Dit geldt tevens voor de hieruit voortvloeiende en meer concrete (kwantitatieve) op de specifieke soorten en habitattypen gerichte, instandhoudingdoelstellingen.

9.6 Passende beoordeling bij de rijksprojectenbesluit

Voordat de minister van EZ het rijksprojectenbesluit ex artikel 39c WRO neemt wordt tevens een passende beoordeling verricht. Omdat dit rijksprojectenbesluit alleen betrekking heeft op onderhavig project kan daarbij ook gebruikt worden gemaakt van de passende beoordeling als beschreven in dit MER.

9.7 Passende beoordeling en strategische milieubeoordeling PKB Derde Nota Waddenzee

Voordat de besluitvorming over de Planologische Kernbeslissing Derde Nota Waddenzee wordt afgerond zal ook een passende beoordeling en een strategische milieubeoordeling worden uitgevoerd door de minister van VROM. Bij die beoordelingen komen ook gasopsporing en -winning aan de orde in samenhang met mogelijke effecten in de Waddenzee van andere gebruiksfuncties. De resultaten van deze strategische milieubeoordeling en passende beoordeling zijn bekend en kunnen worden meegewogen bij de besluitvorming op de benodigde vergunningsaanvragen voor onderhavige gaswinning.



9.8 Beleidskader en reeds genomen besluiten

Bij het verlenen van voornoemde vergunningen zal het geldende wettelijk- en beleidskader worden toegepast door de bevoegde bestuursorganen. Voor een overzicht hiervan wordt verwezen naar bijlage "Beleids- en wettelijk kader gaswinning Waddenzeegebied vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen".

In het verleden zijn ten behoeve van de bestaande locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen en de aan te leggen gastransportleiding diverse vergunningen verleend. Voor een compleet overzicht hiervan wordt verwezen naar de bijlage "Genomen besluiten in relatie tot opsporing en winning van gas onder de Waddenzee".



Aantekeningen



Aantekeningen



BIJLAGE 1 Kabinetsbrief: Waddenzeebeleid



Nr. 1[1]

BRIEF VAN DE MINISTERS VAN VOLKSHUISVESTING, RUIMTELIJKE ORDENING EN MILIEUBEHEER EN VAN ECONOMISCHE ZAKEN EN VAN LANDBOUW, NATUUR EN VOEDSELKWALITEIT

Aan de Voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal

Den Haag, 28 juni 2004

Het kabinet wil een robuust beleid voor de Waddenzee opstellen, met perspectief voor de toekomst. Na 30 jaar Waddenzeebeleid is veel bereikt en is verdere verbetering gewenst. Een aantal onderwerpen is al langdurig in discussie en nieuwe problemen en uitdagingen dienen zich aan. Het kabinet acht duidelijke besluitvorming vereist om perspectief voor de toekomst te kunnen bieden.

In september 2003 heeft het kabinet besloten de Adviesgroep Waddenzeebeleid in te stellen, met de opdracht om een advies uit te brengen over de onderwerpen gaswinning en schelpdiervisserij in relatie tot de natuur. Daarnaast is de Adviesgroep gevraagd aandacht te besteden aan andere onderwerpen, voorzover die van essentieel belang zijn voor het kunnen opstellen van een integraal beleid voor de Waddenzee.
De Adviesgroep Waddenzeebeleid, bestaande uit de heer W. Meijer, mw. mr. P. C. Lodders-Elfferich en de heer drs. L. M. L. H. A. Hermans, heeft zijn advies «Ruimte voor de Wadden» op 1 april 2004 uitgebracht aan de Ministers van VROM, EZ en LNV. Het kabinet is de Adviesgroep zeer erkentelijk voor het in zo korte tijd uitbrengen van een advies over de meest weerbarstige onderwerpen in het Waddenzeedossier.

In deze brief reageert het kabinet op het advies van de Adviesgroep Waddenzeebeleid. Ter voorbereiding van deze reactie heeft het kabinet overleg gevoerd met de volgende groeperingen: de bestuurders van het waddengebied, de natuur- en milieuorganisaties, de visserijsector en de mijnbouwmaatschappijen. Daarnaast zijn adviezen uitgebracht door de Beleidsadviesgroep EVA II over het schelpdiervisserijbeleid en door de Raad voor de Wadden. Het kabinet heeft de resultaten van de bestuurlijke overleggen en genoemde adviezen bij deze kabinetsreactie betrokken.
Het **kabinet** gaat uit van de hoofddoelstelling voor de Waddenzee, zoals geformuleerd in de PKB Derde Nota Waddenzee: «de duurzame bescherming en ontwikkeling van de Waddenzee als natuurgebied en het behoud

[1] Eerder abusievelijk afgedrukt onder 29 200 XI, nr. 123, dat hiermee komt te vervallen.

van het unieke open landschap». Het kabinet is het eens met de conclusie van de Adviesgroep dat een offensieve strategie geboden is om de hoofddoelstelling te kunnen waarmaken. Het kabinet onderschrijft het binnen de taakopdracht van de Adviesgroep gehanteerde uitgangspunt van het primaat van de natuur met beperkt menselijk medegebruik.

In deze brief reageert het kabinet op hoofdlijnen op het door de Adviesgroep gepresenteerde bredere perspectief. De kabinetsreactie betreft een integraal pakket van voorstellen cf. het advies van de Adviesgroep. Indien essentiële onderdelen van het pakket niet gerealiseerd kunnen worden, dan zal het kabinet het pakket heroverwegen. Nadere uitwerking en invulling van een integraal perspectief zal zijn beslag krijgen in de PKB Derde Nota Waddenzee. De opzet van deze brief volgt de indeling van het advies van de Adviesgroep Waddenzeebeleid. Voor de begrenzingen van Waddenzee en waddengebied hanteert het kabinet de omschrijvingen zoals die zijn vastgelegd in de PKB Derde Nota Waddenzee.

1. Investeren in de wadden

Noodzaak van investeren in Waddenzee en waddengebied

De Adviesgroep beveelt aan de hoofddoelstelling offensief vorm te geven door in de Waddenzee en in het waddengebied te investeren. Voorgesteld wordt een investeringsplan op te stellen dat gericht is op:
het vergroten en versterken van de natuur van de Waddenzee,
– de vermindering van bedreigingen,
– de duurzame ontwikkeling van regionale activiteiten en het investeren in een duurzame energiehuishouding,
– kennisontwikkeling.

Het plan dient verder uitgewerkt te worden alvorens tot planning en uitvoering overgegaan kan worden.

Het **kabinet** onderschrijft het advies van de Adviesgroep, dat investeringen noodzakelijk zijn om de hoofddoelstelling voor de Waddenzee te realiseren. Achtereenvolgens wordt nader ingegaan op de noodzaak voor investeren in de genoemde categorieën.

Verbeteren natuur
Op een groot aantal punten gaat het de laatste decennia goed met de natuur van de Waddenzee. In vergelijking met langer geleden (vóór aanleg van de Afsluitdijk) is de Waddenzee echter een incompleet ecosysteem met een niet optimale biodiversiteit. Door de aanleg van dijken, de afsluiting van de Zuiderzee en de Lauwerszee en de vastlegging van de basiskustlijn is weliswaar de veiligheid verbeterd, maar is de veerkracht van het ecosysteem verminderd. Het overgrote deel van de natuurlijke zoet-zoutovergangen is daarmee verloren gegaan. Voorts is in de loop van de tijd de kwaliteit van het kwelderareaal afgenomen. Deze ontwikkelingen zijn ten koste gegaan van de diversiteit en kwaliteit van flora en fauna.
Het **kabinet** kiest daarom voor verbetering van veerkracht en biodiversiteit door actief te investeren in de natuur van de Waddenzee. Het kabinet denkt daarbij onder meer aan vergroting van het kwelderareaal, herstel van geleidelijke zoet-zoutovergangen, vismigratiemogelijkheden tussen zoet- en zoutwater en het creëren van binnendijkse vogelrust- en foerageergebieden in het waddengebied.

Verminderen externe bedreigingen
Externe bedreigingen van de natuurlijke rijkdom van de Waddenzee worden gevormd door onder meer het risico op scheepvaartcalamiteiten, de aanwezigheid en verspreiding van de Japanse oester en de toekomstige versnelling van de zeespiegelstijging.

Een scheepsramp met bijvoorbeeld een olieschip zal het ecosysteem van de Waddenzee enorme schade toebrengen. Een snelle realisatie van een automatisch registratiesysteem en een intensievere verkeersbegeleiding en adequate voorzieningen voor het integrale rampenplan zijn noodzakelijke onderdelen voor beheersing en bestrijding van dit risico. Het **kabinet** overweegt daarom hierin extra te investeren.
De opkomst van de Japanse oester in de Waddenzee is een feit. Deze exoot kan het ecosysteem gaan verstoren door verdringing van schelpdierbestanden, inclusief de mosselbanken en dient daarnaast niet als voedsel voor vogels. Het **kabinet** zal op korte termijn onderzoeken of een ecologisch verantwoorde aanpak haalbaar is en extra investeringen hiervoor nodig zijn.
Een versnelde zeespiegelstijging kan op termijn leiden tot verdrinking van de wadplaten en tot verdere achteruitgang van de kwelders. Daarnaast tast deze ontwikkeling de veiligheid van het achterland aan en zal sprake zijn van meer verzilting van de binnendijkse gronden. Extra investeringen kunnen nodig zijn om deze ontwikkelingen op te vangen. Het **kabinet** denkt daarbij aan experimenten met extra zandsuppleties in de Noordzeekustzone, de stimulering van nieuwe kwelderontwikkeling ten gunste van de veiligheid van het achterland en mogelijk aankoop van de meest verziltingsgevoelige gronden voor natuurontwikkeling.

Vergroten kansen duurzame economische ontwikkeling
Het **kabinet** vindt het van groot belang dat Nederland zich ontwikkelt tot een innovatieve motor voor de transitie naar een duurzame energiehuishouding. Verduurzaming van de energiehuishouding vermindert de afhankelijkheid van fossiele energie uit politiek kwetsbare gebieden en biedt goede mogelijkheden voor de Nederlandse economie. Het streven is om in 2020 10% van het aandeel in energieverbruik duurzaam te laten zijn. In het waddengebied doen zich mogelijkheden voor om de potentie van dit gebied als duurzame energieregio uit te bouwen. Door de geografische ligging en bijzondere geologische eigenschappen, is Noord-Nederland geschikt voor verschillende vormen van duurzame energie.
Het **kabinet** steunt de visie van de Adviesgroep dat verduurzaming van de economische activiteiten («people, planet, profit») nodig zijn voor het creëren van werkgelegenheid en inkomen in combinatie met een verbetering van de natuurkwaliteit van de wadden. Ter stimulering hiervan zal het kabinet actief investeren in duurzame economische ontwikkeling in de betrokken regio's. Hierbij is het van groot belang dat investeringen in projecten in dit gebied gezamenlijk met andere partijen in de regio tot stand komen.

Verbeteren kennishuishouding

Een goede kennishuishouding is voor zowel de natuur als de sociaaleconomische ontwikkeling in de Waddenzee en het waddengebied gewenst. Het is een belangrijke voorwaarde voor het opstellen en uitvoeren van een consistent en integraal beleid voor de Waddenzee. Er is veel kennis beschikbaar, verspreid over verschillende instituten. Het **kabinet** heeft het Expertise Centrum LNV en het RIKZ gevraagd een zogenaamde kennisaudit uit te voeren om antwoord te krijgen op de vraag hoe het is gesteld met de toegankelijkheid en ontsluiting van de kennis betreffende de Waddenzee. In de tweede helft van 2004 verschijnt de rapportage en zal het kabinet bezien welke vervolgstappen nodig zijn.
Het **kabinet** is positief over het idee van een Waddenacademie. Met behulp van moderne communicatiemiddelen ligt het voor de hand hierbij te denken aan een samenwerking, waarmee de kennis van bestaande instituten beter wordt ontsloten en gekoppeld en waardoor beter inzicht ontstaat in ontbrekende kennis. De verantwoordelijkheid voor een derge-

lijke samenwerking ligt primair bij de verschillende onderzoeksinstituten en de regio's. Het kabinet is bereid hierin te faciliteren.

Investeringspakket

De Adviesgroep adviseert een bedrag van € 750 tot € 800 mln extra te investeren in de Waddenzee en het waddengebied, onderverdeeld naar categorieën:
– € 500 mln voor natuurherstel en -ontwikkeling;
– € 50 mln voor vermindering bedreigingen;
– € 200 mln voor duurzame economische ontwikkeling;
– € 30 mln in kennis en monitoring.

Het **kabinet** trekt € 500 mln uit voor additionele investeringen in de Waddenzee en het waddengebied. De investeringsperiode zal 20 jaar bedragen. Het kabinet tekent hierbij aan groot belang te hechten aan het lokale draagvlak voor de investeringen en streeft ernaar om het investeringsbedrag door bijdragen van derden (andere overheden en private partijen) te vergroten. De € 500 mln zal in beginsel verdeeld worden over de categorieën natuurherstel en -ontwikkeling, vermindering van bedreigingen, duurzame economische ontwikkeling en kennis-infrastructuur, conform de door de Adviesgroep gehanteerde verdeelsleutel.

Het **kabinet** acht het van belang dat de investeringen onderling consistent zijn en een aanvulling vormen op het bestaande beleid. Om dit te borgen zal de Minister van VROM een breed samengestelde projectgroep op rijksniveau instellen met als opdracht een integraal investeringsplan uit te werken. Het investeringsplan zal een analyse bevatten van de belangrijkste uitdagingen en problemen van de Wadden, alsmede uitgewerkte criteria[1] waaraan concrete investeringsprojecten dienen te voldoen om de uitdagingen en problemen te redresseren. Het investeringsplan zal tevens een jaarlijks voortschrijdend uitvoeringsplan bevatten, waarin de concrete projecten zijn benoemd die de komende 5 jaar in uitvoering worden genomen. Het kabinet zal het investeringsplan, na overleg met waddenprovincies en -gemeenten en na advies van externe deskundigen van de planbureaus en van de Raad voor de Wadden, voor het zomerreces van 2005 vaststellen. Het investeringsplan zal vanaf 2006 in uitvoering worden genomen. Het kabinet zal er zorg voor dragen dat het investeringsplan is afgestemd op de PKB Derde Nota Waddenzee en het Beheerplan Waddenzee.

Voor de genoemde categorieën voor investeringen in de Wadden wordt een apart Waddenfonds opgericht onder beheer van de Minister van VROM, waaraan € 500 mln wordt toegevoegd. Het dagelijks beheer van het Waddenfonds wordt uitgeoefend door de Interdepartementale Waddenzeecommissie (IWC), waarin in ieder geval de Ministeries van VROM, LNV, EZ, VW en Fin zijn vertegenwoordigd. De IWC wordt belast met de toetsing van de investeringsprojecten en de jaarlijkse actualisering van het uitvoeringsplan, na overleg met de waddenprovincies en -gemeenten.

2. Grenzen aan menselijk medegebruik

De Adviesgroep adviseert om ten behoeve van de bepaling van het beperkt menselijk medegebruik van de Waddenzee, vooraf strikte natuurgrenzen vast te stellen voor alle economische activiteiten in en rondom de Waddenzee. Dat biedt initiatiefnemers van activiteiten vooraf helderheid, zij moeten binnen die grenzen opereren. Tijdens de uitvoering van een activiteit worden de effecten van de activiteiten gemonitord. Indien nodig

[1] Gedacht kan worden aan: legitimiteit, effectiviteit, efficiëntie, draagvlak, complementariteit, samenhang, onzekerheden en alternatieven, dit alles in relatie tot de hoofddoelstelling voor de Waddenzee en het waddengebied.

wordt een activiteit bijgesteld of beëindigd indien overschrijding van de vastgestelde grenzen dreigt of plaatsvindt. De natuurgrenzen dienen vastgesteld te worden op basis van wetenschappelijke kennis, dit kan volgens het advies in de komende jaren gebeuren.

Het **kabinet** staat in beginsel positief tegenover de door de Adviesgroep voorgestelde systematiek, waarbij de helderheid vooraf en de consistente behandeling van verschillende activiteiten aanspreekt. Bij de voorgestelde systematiek tekent het kabinet het volgende aan. Vanuit de hoofddoelstelling worden thans grenzen gesteld aan menselijk medegebruik van de Waddenzee – en daarbuiten op grond van de externe werking – op basis van overwegingen vanuit natuur èn landschap. Ook in de toekomst zullen deze beide aspecten een rol blijven spelen. Op grond van de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn bestaat de mogelijkheid om op grond van dwingende redenen van groot openbaar belang een activiteit die significante gevolgen kan hebben onder voorwaarden toch toe te staan. Het kabinet hecht er aan die mogelijkheid te behouden. Genoemde richtlijnen schrijven bovendien een beoordeling «van geval tot geval» voor, hetgeen op gespannen voet lijkt te staan met de voorgestane helderheid vooraf op grond van een beoordeling in abstracto. Er bestaat voorts onvoldoende zicht op de wijze waarop in de voorgestelde systematiek de cumulatie van effecten kan worden meegewogen. Tenslotte is ook de Europese Kaderrichtlijn Water van belang, die activiteiten toestaat mits de goede chemische en ecologische toestand van de Waddenzee is gewaarborgd en tenminste wordt uitgegaan van het stand-still principe.
Het **kabinet** zal bezien in hoeverre bovengenoemde aspecten in overeenstemming te brengen zijn met de voorgestelde systematiek. Totdat daarover uitsluitsel bestaat zal de thans van kracht zijnde systematiek, waarbij algemene grenzen aan menselijk medegebruik van de Waddenzee – en daarbuiten op grond van de externe werking – gesteld worden in de PKB Waddenzee, aangevuld met een «van geval tot geval» beoordeling bij vergunningverleningen worden gecontinueerd.
Het **kabinet** is positief over het voorstel van de Adviesgroep tot instelling van een onafhankelijke monitoring en zal dit idee in de komende tijd nader vormgeven. Daarbij wordt gedacht aan gebruikmaking van bestaande onderzoeksinstituten en planbureaus en jaarlijkse evaluatie en effectmeting van de gevolgen van menselijk medegebruik op de hoofddoelstelling.

3. Bestuurlijke organisatie

De Adviesgroep adviseert, op basis van het bij het advies gevoegde essay, de huidige kluwen van overleg en coördinatie te ontvlechten en het ontwikkelen van een nieuwe beleidscyclus met goed gedefinieerde verantwoordelijkheden. Er moet onderscheid komen tussen strategisch beleid enerzijds en dagelijks bestuur en beheer anderzijds. De strategie dient zich te richten op het gehele waddengebied met de Waddenzee als onderdeel daarvan. De Adviesgroep ziet het strategisch beleid als rijksverantwoordelijkheid en stelt voor het dagelijks bestuur en beheer voor een regionaal uitvoeringsorgaan in te stellen via de Wet Gemeenschappelijke Regelingen of bij voorkeur via een lex specialis. Voorts wordt een voorstel gedaan voor het betrekken van maatschappelijke en terreinbeherende organisaties.

Het **kabinet** deelt de mening van de Adviesgroep dat de bestuurlijke organisatie van het Waddenzeebeleid verbetering vereist. Het kabinet onderschrijft het belang van strategische beleidsvorming op landelijk niveau. In het kader van deze brief acht het kabinet het te vroeg om uitspraken te kunnen doen over de vormgeving van de bestuurlijke organisatie voor de Waddenzee. Voordat zinvol vorm gegeven kan worden aan

een organisatiestructuur, zal eerst de strategie moeten worden bekrachtigd en bepaald moeten worden welke taken en bevoegdheden op nationaal niveau en welke op regionaal niveau uitgeoefend kunnen en zullen moeten worden. Het kabinet zal deze uitwerking in de komende maanden in overleg met betrokkenen uitvoeren en zal daarbij ook het in het bestuurlijk overleg naar voren gebrachte voorstel van de waddenbestuurders betrekken. Het resultaat daarvan zal worden vastgelegd in het kader van de opstelling van de PKB Derde Nota Waddenzee. Het in de Nota Ruimte vastgelegde principe: «decentraal wat kan, centraal wat moet» zal bij de vormgeving van de bestuurlijke organisatie uitgangspunt zijn.

4. Schelpdiervisserij

De Adviesgroep concludeert dat de huidige mechanische kokkelvisserij zich niet en de mosselvisserij zich niet met zekerheid verdragen met het principe van voorrang voor de natuur. Naar het oordeel van de Adviesgroep is de schelpdiervisserij van invloed op de bodem en de in de bodem levende organismen en op vogelpopulaties.
De Adviesgroep adviseert op basis van die analyse om het regime van gesloten gebieden en voedselreservering uit het huidige visserijbeleid per direct aan te scherpen. Binnen een termijn van 7 jaar dienen de beide sectoren via een innovatiesprong over te stappen op vormen van kweek die geen significante natuurschade veroorzaken. De grenswaarden voor verduurzaming en de voorgestelde maatregelen worden in het rapport gedetailleerd uitgewerkt.

Het **kabinet** onderschrijft het belang van de verdere ontwikkeling van een duurzame schelpdiervisserij. Innovatie is noodzakelijk voor de ontwikkeling van een bedrijfstak die ecologische verantwoord én economisch rendabel is. De innovatiesprong die door de adviesgroep aan de schelpdiersector wordt opgelegd acht het kabinet evenwel niet realistisch. De door de Adviesgroep geadviseerde periode van 7 jaar is te kort om een voldoende betekenisvolle innovatieve ontwikkeling door te maken. Het kabinet tekent aan dat de sociaal-economische betekenis van de schelpdierindustrie in Nederland door de Adviesgroep sterk wordt onderschat.

Mosselvisserij

Het **kabinet** is het oneens met de Adviesgroep over de beoordeling van de mosselvisserij. Voor het kabinet geldt de evaluatie van het schelpdiervisserijbeleid (EVA II) als best beschikbare informatie. Uit dat onderzoek blijkt dat de maatregelen die sinds 1993 zijn opgelegd aan de mosselvisserij hebben bijgedragen aan het herstel van de mosselbanken en andere natuurwaarden in de Waddenzee. Uit dat onderzoek blijkt eveneens dat de mosselcultuur kan bijdragen aan de verhoging van het voedselaanbod voor vogels.
Het kabinet wenst met de mosselsector afspraken te maken over de ontwikkeling van alternatieve bronnen van mosselzaad. Daarmee kan de sector zich minder afhankelijk maken van de natuurlijke dynamiek en kunnen op een termijn van 10 tot 15 jaar delen van het waddensysteem extra worden ontzien.

Mechanische kokkelvisserij

Met betrekking tot de mechanische kokkelvisserij is het **kabinet** op grond van de uitkomst van EVA II van oordeel dat zonder extra maatregelen de tot nu toe uitgevoerde wijze van vissen onvoldoende duurzaam is. Het kabinet heeft er kennis van genomen dat de kokkelsector in een periode van 10 à 15 jaar denkt te kunnen omschakelen naar een meer duurzame

visserij. Het kabinet signaleert daarbij dat de uitvoering van die plannen op gespannen voet staat met een uitbreiding van de voedselreservering en handhaving en uitbreiding van de gesloten gebieden. De schelpdiersector heeft in het met de sector gevoerde bestuurlijk overleg aangegeven dat bij sterke verhoging van de voedselreservering of uitbreiding van de gesloten gebieden er geen ruimte meer is voor de kokkelvisserij. Dit is door de sector ook schriftelijk bericht aan de Tweede Kamer. Aangezien verhoging van de voedselreservering en handhaving of vergroting van het areaal aan gesloten gebied op basis van het EVA II onderzoek en de Europese richtlijnen worden voorzien is het kabinet van oordeel dat de mechanische kokkelvisserij in de Waddenzee onvoldoende mogelijkheden heeft om zich duurzaam te ontwikkelen. Omdat deze vorm van schelpdiervisserij niet past binnen het uitgangspunt van ecologisch duurzame economische ontwikkeling van de Waddenzee zal de activiteit niet langer worden toegestaan. Met ingang van 1 januari 2005 worden derhalve geen vergunningen voor de mechanische kokkelvisserij in de Waddenzee meer afgegeven.

Het **kabinet** zal op korte termijn een plan opstellen voor beëindiging van de mechanische kokkelvisserij in de Waddenzee, met inachtneming van de daarvoor geldende Europeesrechtelijke en nationaalrechtelijke kaders. Uitgangspunt voor het kabinet is een redelijke vergoeding van de door de kokkelvissers geleden schade. Een in te stellen commissie krijgt de opdracht om hierover advies uit te brengen aan het kabinet.

Het **kabinet** zal het nieuwe beleid voor de schelpdiervisserij dat thans in ontwikkeling is, baseren op het EVA II onderzoek, de resultaten van de bestuurlijke en maatschappelijke consultaties en de adviezen van de Beleidsadviesgroep EVA II, de Raad voor de Wadden en het advies van de Adviesgroep Waddenzeebeleid.

5. Gaswinning

De Adviesgroep 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. Door de techniek van schuin boren kunnen alle boringen plaatsvinden vanaf locaties buiten de Waddenzee. Voor futures zijn 8 à 10 proefboringen nodig en maximaal 5 winningsboringen. Per boring is maximaal 90 dagen nodig. Deze brengen geen significante effecten op het ecosysteem met zich mee, maar wel enige (tijdelijke) visuele hinder.
De volgende natuurgrenzen worden door de Adviesgroep gehanteerd:
– in een winningsplan wordt de maximaal toelaatbare dalingssnelheid van de ondergrond vastgelegd, zodanig dat de aanslibbing de daling kan bijhouden met een korte overgangsperiode;
– in een monitoringsplan wordt bepaald dat door monitoring de bodemdalingssnelheid en de sedimentatie ter plaatse wordt bijgehouden, en wordt bepaald of natuureffecten waarneembaar zijn.

Voorts acht de Adviesgroep, ook vanuit economisch perspectief, de instelling van een moratorium niet wenselijk.

Winning, opslag en opsporing van aardgas geschiedt om dwingende redenen van groot openbaar belang en zal als zodanig worden meegewogen bij de individuele beoordelingen in het kader van de ruimtelijke bescherming van Vogel- en Habitatrichtlijngebieden en de Ecologische Hoofdstructuur. Het **kabinet** is van mening dat opsporing, opslag en winning van aardgas van groot belang zijn voor de Nederlandse voorzieningszekerheid en voor de transitie naar een duurzame energiehuishouding. Tevens levert gaswinning een aanzienlijke bijdrage aan de



Nederlandse economie en de welvaart. Inzet van het kabinet is daarom om binnen de randvoorwaarden van wet en regelgeving en van een duurzame ontwikkeling zoveel mogelijk gas uit de Nederlandse bodem te halen, zodat het potentieel optimaal wordt benut. Het is daarom essentieel dat in Nederland een goed investeringsklimaat voor de olie- en gasindustrie blijft bestaan of verder wordt ontwikkeld. Voortzetting van het succesvolle kleine veldenbeleid is in aanvulling op het Groningenveld hierbij van groot belang. Een relatief groot «klein veld» bevindt zich onder de Waddenzee. Op dit moment wordt er reeds gas gewonnen uit een aantal velden die zich geheel of gedeeltelijk onder de Waddenzee uitstrekken.

Er is veel kennis beschikbaar over de effecten van gaswinning onder de Waddenzee, meer dan ten tijde van het gasbesluit uit 1999. In de brief van december 1999 heeft het toenmalige kabinet op basis van adviezen van externe deskundigen een aantal kernpunten geformuleerd over resterende onzekerheden. Deze hebben betrekking op de voorspelbaarheid van het waddenecosysteem, vertragingsfactor effecten, nulmeting, kwaliteit en kwantiteit van extra zandsuppletie, monitoring en injectie van water ter voorkoming van bodemdaling. Deze vragen heeft het kabinet, samen met enkele andere vragen, laten onderzoeken[1].

Op basis van deze geactualiseerde kennis kan worden geconcludeerd dat de ecologische veranderingen die het gevolg zijn van bodemdaling door gaswinning als niet significant zijn te beschouwen ten opzichte van de natuurlijke variaties die optreden in de Waddenzee. Ook de onzekerheden over de effecten van bodemdaling door gaswinning worden als gering gekwalificeerd. Daarbij tekent het kabinet aan dat de natuur zich weliswaar niet voor 100% laat voorspellen, maar dat eventueel afwijkende gedragingen van de natuur via het «hand aan de kraan» principe kunnen worden ondervangen.
Het kabinet is dan ook van oordeel dat op basis van alle thans beschikbare informatie de onzekerheden en twijfel over de gevolgen van gaswinning in voldoende mate zijn weggenomen. De gegevens en adviezen wijzen alle in dezelfde richting, namelijk dat gaswinning binnen strikte randvoorwaarden mogelijk is zonder significante gevolgen voor de natuur.

Moratorium

In het Hoofdlijnenakkoord is aangegeven dat wordt gestreefd naar een moratorium van tien jaren met betrekking tot het schuin boren naar gas onder de Waddenzee. Een moratorium betreft een vrijwillige afspraak tussen de staat en de mijnbouwmaatschappijen. Het **kabinet** heeft geconstateerd dat medewerking daaraan door de mijnbouwmaatschappijen is afgewezen, waardoor een moratorium niet kan worden gerealiseerd.
Het kabinet is bovendien van mening, in overeenstemming met het advies van de Adviesgroep, dat de instelling van een moratorium voor gaswinning onder de Waddenzee ecologisch niet noodzakelijk is – om redenen zoals bovengenoemd – en economisch niet wenselijk is.
Het in het Hoofdlijnenakkoord genoemde streven naar een moratorium van 10 jaar voor gaswinning onder de Waddenzee wordt door het kabinet daarom verlaten.

Te hanteren grenzen

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 Mijnbouwwet voorgeschreven winningsplan en monitoringsplan is een goed middel om de winning te sturen en grenzen te stellen aan de

[1] Het onderzoek «Bodemdalingstudie Waddenzee 2004», met daarin opgenomen de audit daarover, is recent aan de Tweede Kamer toegezonden.

bodemdaling. Dit biedt de overheid de mogelijkheid om de juiste randvoorwaarden te stellen. De grenzen zullen worden uitgewerkt voor nieuwe activiteiten.
Tevens zal zoveel mogelijk rekening worden gehouden met inpassing in het landschap. Als boortorens in het landschap moeten worden geplaatst, hetgeen overigens van tijdelijke aard is, zal zoveel mogelijk moeten worden gekeken onder meer met behulp van (verbeterde) technische mogelijkheden op welke wijze dit zo acceptabel mogelijk voor de landschappelijke omgeving kan worden gedaan.

De totale gasreserves in het waddengebied bestaan uit de huidige productielocaties, de aangetoonde reserves in Paesens/Moddergat en Lauwersoog en de futures. Belangrijke constatering is dat deze locaties allemaal kunnen worden aangeboord vanaf locaties op het land. Het kabinet wil winning en exploratie van deze kleine velden onder de Waddenzee toestaan vanaf locaties buiten de Waddenzee en zal dit onder meer in de PKB Derde Nota Waddenzee zoveel mogelijk vastleggen. Het kabinet zal zorgdragen voor coördinatie van vergunningverlening en denkt hierbij onder meer aan realisatie via de rijksprojectenprocedure.

Monitoring en bijstelling

Het is van belang dat de grenzen die in de toekomst worden gesteld adequaat worden gemonitord door een onafhankelijke instantie zodat, indien nodig, kan worden ingegrepen volgens het principe van «hand aan de kraan». Deze onafhankelijke instantie kan ook een rol spelen bij de toetsing aan de gestelde grenzen en het bevoegd gezag van dienst zijn bij de eventuele aanpassing van de diverse plannen.

Investeringsklimaat en willekeurige afschrijving

De Adviesgroep geeft het rijk in overweging om met de oliemaatschappijen te praten over het (weer) mogelijk maken van de willekeurige afschrijvingen, teneinde het investeringsklimaat te verbeteren.
De Minister van Financiën heeft naar aanleiding van Kamervragen en op verzoek van VNO-NCW toegezegd de evaluatie naar de effecten van de afschaffing van de Willekeurige Afschrijving van investeringen op het Continentaal Plat (WACP) eerder te laten uitvoeren dan was gepland. De evaluatie zal in augustus 2004 worden afgerond. Op basis van de uitkomsten van de evaluatie zal het kabinet nadere besluiten inzake de WACP nemen en zal de relatie van deze regeling met de Waddenzee bezien worden.

6. Vervolgtraject

De in deze brief op hoofdlijnen verwoorde kabinetsreactie op het advies van de Adviesgroep Waddenzeebeleid zal doorwerken en nader worden uitgewerkt in de PKB Derde Nota Waddenzee, waarin het integrale rijksbeleid voor de Waddenzee wordt opgenomen. Het streven van het kabinet is gericht op de opstelling van een aangepast deel 3 van de PKB Derde Nota Waddenzee in het najaar van 2004. Daarnaast zal het waddengasbeleid nadere uitwerking krijgen in de Gasbrief van de Minister van Economische Zaken en het schelpdiervisserijbeleid in de Waddenzee in

een nieuw Beleidsbesluit Schelpdiervisserij van de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

De Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer,
S. M. Dekker

De Minister van Economische Zaken,
L. J. Brinkhorst

De Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit,
C. P. Veerman



Aantekeningen



BIJLAGE 2 Beschrijving voorgenomen activiteit



1 Hoofdactiviteiten tijdens een putmodificatie en onderhoud (workover)

Bij een putmodificatie en/of onderhoud (work-over) wordt niet geboord, maar alleen de binnenste verbuizing (productieverbuizing) vervangen. De work-over wordt uitgevoerd met behulp van een tijdelijk te plaatsen, demontabele boorinstallatie die na afloop wordt gedemonteerd en afgevoerd. Verder zijn er op het terrein tijdelijke voorzieningen aanwezig voor het uitvoeren van de activiteiten, zoals generatoren voor het opwekken van energie, pompen voor het circuleren van de vloeistof, zeven om de gebruikte spoeling klaar te maken voor hergebruik, pijpen en beitels.
Bovengenoemde werkzaamheden nemen circa 1 maand per put in beslag. De voorbereidende activiteiten worden uitgevoerd op werkdagen van 7:00 tot 19:00 uur, de booractiviteiten worden in continu dienst uitgevoerd.

Indien de work-over niet succesvol is zal het is het noodzakelijk zijn dat het onderste deel van de put opnieuw geboord wordt (side-track), zoals nader beschreven in **paragraaf 2** van deze bijlage.

Voorbereiden van de locatie
Het terrein is voorzien van een dragende verharding (asfalt). Deze vloeistofkerende verharding is op Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen al eerder aangelegd, maar zal indien nodig na inspectie worden hersteld en/of vernieuwd en aangepast.

Naast reparatiewerkzaamheden van de verharding zal een deel van het asfalt verwijderd worden ten behoeve van het verstevigen van de ondergrond voor de boorinstallatie (heien van palen). Daarna zal een vloeistofkerende verharding worden aangebracht. De werkzaamheden worden tijdens werkdagen uitgevoerd tussen 07.00 en 19.00 uur.

Opbouw van de installatie
De boorinstallatie wordt in onderdelen aangevoerd en op locatie opgebouwd, waarbij de onderdelen met kranen gepositioneerd en met elkaar verbonden worden. Ten slotte wordt de installatie getest op lekkage en worden de beveiligingssystemen getest, waarna de installatie gereed is voor bedrijf. Indien noodzakelijk zullen geluidsbeschermende maatregelen worden uitgevoerd.

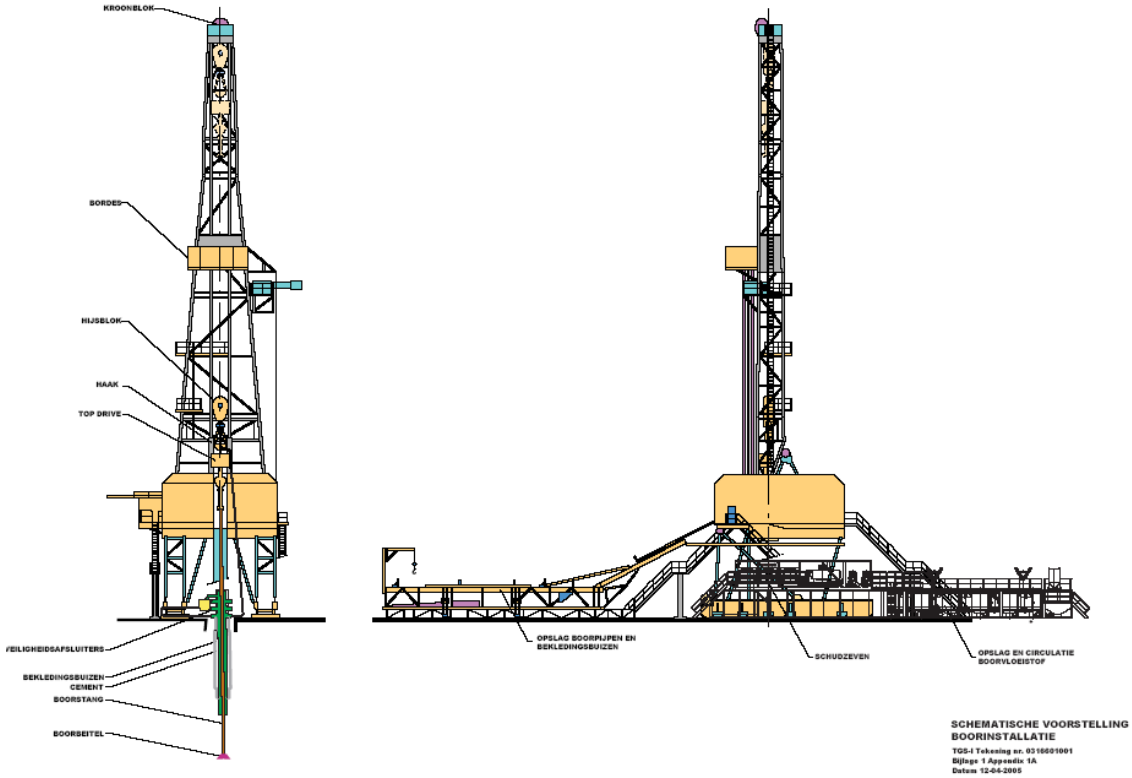
Work-over
Tijdens een work-over vindt geen boring plaats, afgezien van het uitboren van een bestaande ondergrondse verbinding in de verbuizing. Dit gebeurt met een boorfrees, die ronddraait en de ondergrondse stalen verbinding vermaalt. Deze frees is bevestigd aan de onderkant van de boorstang, die bestaat uit holle pijpen.

Koelen van de boorbeitel en afvoeren van gruis
Tijdens het frezen wordt continu een vloeistof door de holle boorstang naar beneden gepompt om de beitel te koelen. Ook brengt deze vloeistof het door de beitel vermalen staal naar de oppervlakte. Het gruis wordt met behulp van schudzeven, hydrocyclonen en centrifuges uit de vloeistof gehaald, in bakken opgevangen en daarna voor verwerking naar een erkend verwerkingsbedrijf afgevoerd. De vloeistof wordt vervolgens via een gesloten systeem weer in de boorpijp gepompt. De samenstelling van de spoeling hangt onder meer af van de verwachte drukken.

Plaatsen putafsluiters en bekledingsbuizen
Op het boorgat zijn veiligheidsafsluiters (blow-out preventors) aangebracht die op elk gewenst moment, eventueel van afstand, gesloten kunnen worden. Hiermee kan instroming van gas in de buis en een ongecontroleerde uitstroming (blow-out) van boorspoeling, gas en/of formatievloeistof worden voorkomen. Na het losboren van de bestaande binnenste verbuizing wordt deze verwijderd en vervangen door een nieuwe verbuizing.

Opleveren van de put
Omdat spoeling die in de gasbehandelingsinstallatie belandt het proces kan verstoren, wordt voorafgaand aan de gasproductie de boorspoeling uit die put verwijderd en vervangen door brine. Hierna kan de put worden schoongeproduceerd, zoals in **paragraaf 4** van deze bijlage is beschreven.

Afbreken van de installatie
Het afbreken van de boorinstallatie vindt in omgekeerde volgorde plaats als het opbouwen.



Transport
Voor het transport van materialen van en naar de locatie zal gebruik worden gemaakt van de bestaande inritten. De locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen zijn goed toegankelijk voor voertuigen.

Voor de aanvoer van de boorinstallatie met toebehoren vinden circa 100 –120 vrachten gedurende ongeveer 5 dagen plaats, zowel tijdens de opbouw als tijdens het afbreken. Tijdens de boring zijn er circa 5 vrachtwagenbewegingen gemiddeld per dag voor aan- en afvoer van materiaal en boorvloeistoffen.

Energie
De benodigde energie voor de aandrijving van de werktuigen van de boorinstallatie wordt op de locatie opgewekt door middel van dieselgeneratoren met een totaal vermogen van circa 6 MW.



2 Hoofdactiviteiten tijdens een sidetrack of boring

Indien de work-over ten behoeve van putmodificaties niet succesvol is zal het is het noodzakelijk zijn dat het onderste deel van de put opnieuw geboord wordt (side-track).
Op termijn (enige jaren na start productie) is op de locatie Moddergat voorzien in het boren van een nieuwe ontwikkelingsput.

De side-track en/of boring wordt uitgevoerd met behulp van een tijdelijk te plaatsen, demontabele boorinstallatie die na afloop wordt gedemonteerd en afgevoerd. Verder zijn er op het terrein tijdelijke voorzieningen aanwezig voor het uitvoeren van de booractiviteiten, zoals generatoren voor het opwekken van energie, pompen voor het circuleren van de boorvloeistof, zeven om de gebruikte boorspoeling klaar te maken voor hergebruik, boorpijpen en boorbeitels.

Bovengenoemde werkzaamheden nemen circa 3 maanden per put in beslag. De voorbereidende activiteiten worden uitgevoerd op werkdagen van 7:00 tot 19:00 uur, de booractiviteiten worden in continudienst uitgevoerd.

Voorbereiden van de locatie
Het terrein is voorzien van een dragende verharding (asfalt). Deze vloeistofkerende verharding is op Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen al eerder aangelegd, maar zal indien nodig na inspectie worden hersteld en/of vernieuwd en aangepast.

Naast reparatiewerkzaamheden van de verharding zal een deel van het asfalt verwijderd worden ten behoeve van het verstevigen van de ondergrond voor de boortoren (heien van palen). In geval van een nieuwe put zal ter plaatse van een nieuwe boorkelder een stalen buis (stove pipe) van circa 40m worden geheid van waaruit de boring wordt aangezet. Tenslotte zal een vloeistofkerende verharding worden aangebracht. De werkzaamheden worden tijdens werkdagen uitgevoerd tussen 07.00 en 19.00 uur.

Opbouw van de installatie
De boorinstallatie wordt in onderdelen aangevoerd en op locatie opgebouwd, waarbij de onderdelen met kranen gepositioneerd en met elkaar verbonden worden. Tenslotte wordt de installatie getest op lekkage en worden de beveiligingssystemen getest, waarna de boorinstallatie gereed is voor bedrijf. Indien noodzakelijk zullen geluidsbeschermende maatregelen worden uitgevoerd.

Sidetrack / boring
Het boren gebeurt met een boorbeitel, die ronddraait op de bodem en het gesteente tot boorgruis vermaalt. De boorbeitel is bevestigd aan de onderkant van de boorstang, die bestaat uit holle pijpen. Is de lengte van de boorstang afgeboord, dan stopt het boren en wordt een volgende boorpijp aan de top drive (motor boven in de boorinstallatie) geschroefd. Zo groeit de lengte van de boorstang met de diepte van het geboorde gat.

Koelen van de boorbeitel en afvoeren van gruis
Tijdens het boren wordt continu een vloeistof - de boorvloeistof - door de holle boorstang naar beneden gepompt om de beitel te koelen. Ook brengt deze vloeistof het door de beitel vermalen gesteente (boorgruis) tussen de boorstang en boorwand door naar de oppervlakte. Het boorgruis wordt met behulp van schudzeven, hydroclonen en centrifuges uit de boorvloeistof gehaald, in bakken opgevangen en daarna voor verwerking naar een erkend verwerkingsbedrijf afgevoerd. De boorvloeistof wordt vervolgens via een gesloten systeem weer in de boorpijp gepompt.

De samenstelling van de boorspoeling hangt onder meer af van de verwachte drukken, de hoek waaronder wordt geboord en de diepte van de boring. Deze factoren verschillen per boring. Ook verschilt de samenstelling van de boorspoeling per sectie van een boorgat.

Plaatsen putafsluiters, bekledingsbuizen en cementeren
Op het boorgat zijn veiligheidsafsluiters (blow-out preventors) aangebracht die op elk gewenst moment, eventueel van afstand, gesloten kunnen worden. Hiermee kan instroming van gas in de buis en een ongecontroleerde uitstroming (blow-out) van boorspoeling, gas en/of formatievloeistof worden voorkomen. Om te voorkomen dat het boorgat instort, wordt het boren een aantal keren gestopt om het gat te verbuizen met stalen bekledingsbuizen (ook wel 'casing' genoemd). Verbuizing samen met de putafsluiters vormen een geheel, waarmee de drukken die optreden onder controle worden gehouden. Het verbuizingsschema (aantal en lengte secties) wordt bepaald door de te verwachten gesteentelagen, de diepte waarop deze lagen voorkomen, de verwachte drukken, de hoek waaronder wordt geboord en de putlengte. Deze variëren per boring. Daarnaast beschermen de bekledingsbuizen watervoerende lagen tegen verontreinigingen.

Uithalen en inbrengen van de boorstang
De boorstang wordt tijdens het boorproces verschillende keren uit het boorgat getrokken en vervolgens weer ingebracht. Dit gebeurt bijvoorbeeld om de boorbeitel te verwisselen of om een monster van het gesteente te nemen.

Opleveren van de put
Omdat boorspoeling die in de gasbehandelingsinstallatie belandt het proces kan verstoren, wordt voorafgaand aan de gasproductie de boorspoeling uit die put verwijderd en vervangen door brine. Hierna kan de put worden schoongeproduceerd, zoals in **paragraaf 4** van deze bijlage is beschreven.

Afbreken van de installatie
Het afbreken van de boorinstallatie vindt in omgekeerde volgorde plaats als het opbouwen.

Transport
Voor het transport van materialen van en naar de locatie zal gebruik worden gemaakt van de bestaande inritten. De locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen zijn goed toegankelijk voor voertuigen.

Voor de aanvoer van de boorinstallatie met toebehoren vinden circa 100 - 120 vrachten gedurende ongeveer 5 dagen plaats, zowel tijdens de opbouw als tijdens het afbreken. Tijdens de boring zijn er circa 5 vrachtwagenbewegingen gemiddeld per dag voor aan- en afvoer van materiaal en boorvloeistoffen.

Energie
De benodigde energie voor de aandrijving van de werktuigen van de boorinstallatie wordt op de locatie opgewekt door middel van dieselgeneratoren met een totaal vermogen van circa 6 MW.



3 Aanleg transportleidingen

Aanlegmethode
Onderstaand wordt beschreven hoe een aardgastransportleiding wordt aangelegd. Dit onderdeel bevat tevens een algemene analyse van de milieurelevantie van de aanleg van leidingen. De effecten zijn beperkt en voornamelijk van korte duur en zijn in meer detail beschreven in Tebodin rapport 'Akoestisch onderzoek met betrekking tot aanleg van ondergrondse transportleidingen Waddengas project – 10 november 2005'.

De aanleg van een aardgastransportleiding duurt ongeveer 3 tot 4 maanden. Gedurende die periode wordt niet tegelijkertijd langs het hele tracé gewerkt. Het merendeel van de leidingen op alle drie de tracés worden aangelegd door het graven van sleuven waarin de leidingen worden gelegd. Deze aanleg omvat de volgende werkzaamheden:
- uitzetten van het tracé;
- installatie van bronbemaling;
- uitgraven van een sleuf, waarbij grond in lagen wordt weggezet;
- uitleggen van de leiding;
- aan elkaar lassen van de leidingdelen;
- röntgenonderzoek van de leiding;
- in de sleuf hijsen van de leiding(en);
- per laag terugbrengen van de grond conform de oorspronkelijke bodemgesteldheid.

Deze activiteiten verplaatsen zich langs het tracé en worden op werkdagen tussen 7:00 en 19:00 uur uitgevoerd. Het röntgenonderzoek voor de controle van lasverbindingen wordt op geruime afstand van de overige werkzaamheden verricht. De omgeving van het röntgenonderzoek wordt tijdelijk conform de wettelijke voorschriften afgezet. Deze controles leveren geen risico op voor de omgeving. Nadat de gehele leiding is geïnstalleerd wordt deze op sterkte getest door deze te vullen met water en vervolgens af te persen.

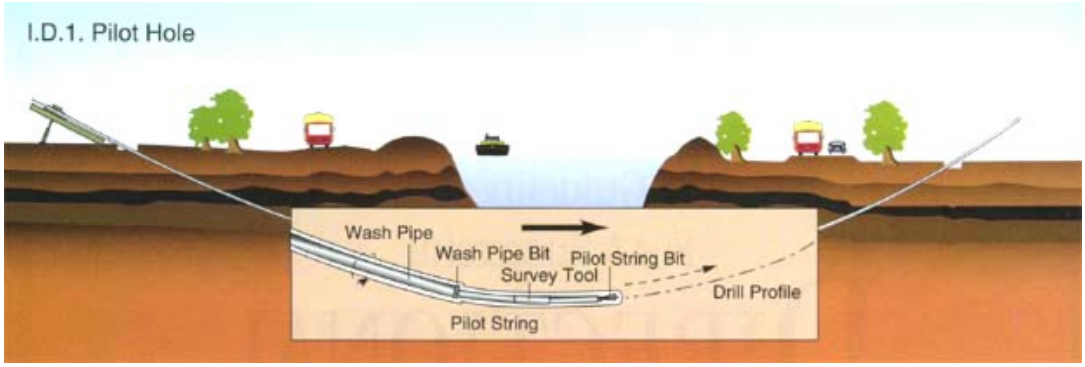
Horizontale boringen
De kruising van 'knelpunten', in casu met name het Lauwersmeer en Zoutkamperril in verband met de beschermde status (EHS/Vogelrichtlijn), wordt aangelegd met een horizontaal gestuurde boring (Horizontal Deviated Drilling; HDD). Deze wordt uitgevoerd met een horizontale boorstelling. Om de leiding aan te leggen wordt eerst een pilot geboord. De totale tijd van een HDD-boring bedraagt circa 3 tot 4 weken, afhankelijk van de lengte van de boring. De werkzaamheden worden op werkdagen tussen 7:00 en 19:00 uur verricht. Er wordt alleen in de avond- en nachtperiode geboord als de boring kan vastlopen als er tussentijds wordt gestopt. Gevaar voor vastlopen kan ontstaan als er een grote afstand overbrugd moet worden. Naar verwachting zal gedurende de boring onder het Lauwersmeer voor een bepaalde periode continu geboord worden (gedurende circa een week). Eventuele verlichting wordt afgeschermd en zo laag mogelijk gehangen. Plaatselijk kan een damwand nodig zijn, ook op plekken waar weinig ruimte is.

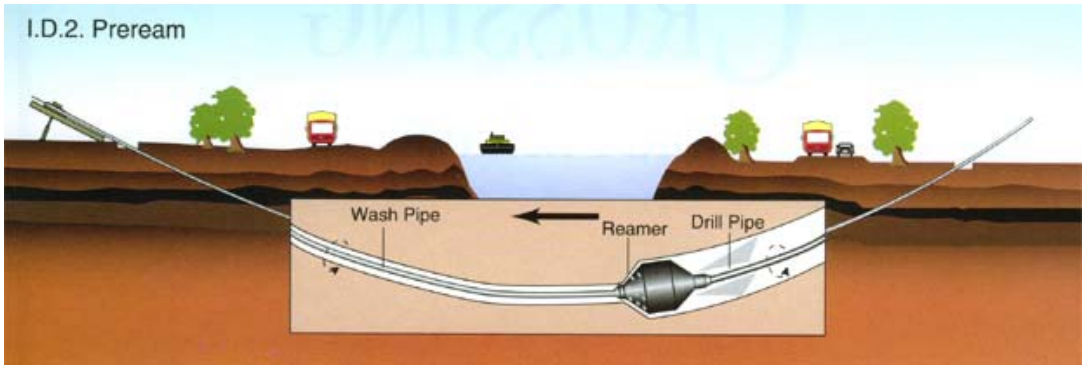
Bij de boring in het tracé Lauwersoog – Anjum wordt gebruik gemaakt van 2 boorinstallaties. Omdat het waterschap Fryslân vanwege de aanwezigheid van de nabijgelegen primaire waterkering geen uittredepunt nabij de spuisluizen wenst zal een boorinstallatie op het jachthaventerrein en een boorinstallatie op het naast de primaire waterkering gelegen parkeerterrein nabij de spuisluizen worden gebruikt. Beide boringen zullen ongeveer gelijktijdig starten en halverwege de te overbruggen afstand ondergronds samenkomen. Deze werkwijze is noodzakelijk omdat, gezien de lengte (ca. 1400 meter) de in te trekken reeds aan elkaar gelast buis alleen langs de Lauwersmeerdijk kan worden opgesteld.

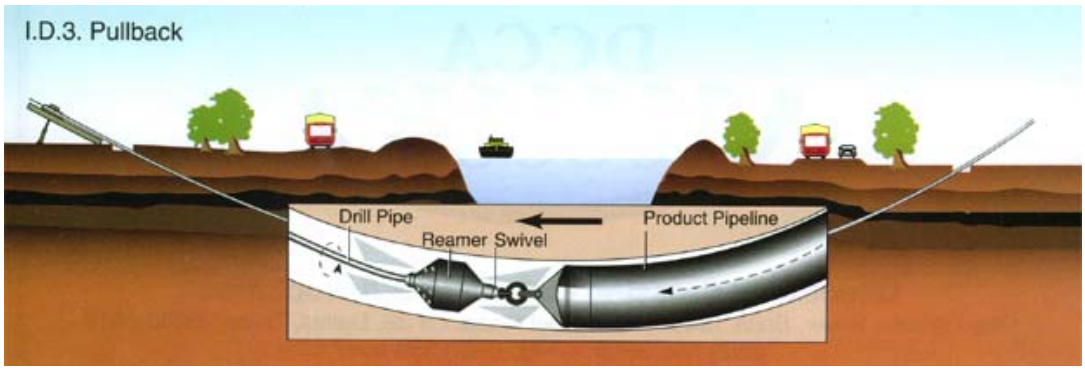
Een horizontaal gestuurde boring wordt gekenmerkt door een aantal opeenvolgende fasen, de boorslagen:
- pilotboring (zie figuur onder I.D.1);
- ruimen (zie figuur onder I.D.2);
- intrekken (zie figuur onder I.D.3).

Deze uitvoeringsfasen en het benodigde materieel zoals boorstelling, boorkop en productbuis worden nu nader beschreven.

Een kenmerk van deze techniek is dat de boring vanaf het maaiveld plaatsvindt. Er zijn geen bouwkuipen en grondwaterstandverlagingen nodig. Een minimale gronddekking is nodig om de invloed op de omgeving te beperken. De horizontale boortechniek is zeer goed bestuurbaar en de positie van de boorkop kan continu worden bepaald.







Vanaf de boorstelling (rig) worden de boorbuizen onder een bepaalde intredehoek de grond in gedreven. Er wordt onderscheid gemaakt tussen mini-, midi en maxirigs, afhankelijk van de benodigde trekkracht dan wel de lengte en diameten van de productbuis. Door het voortdurend aankoppelen van nieuwe boorstangen wordt een min of meer flexibele boorstreng met grote lengte verkregen, die nauwkeurig gestuurd in de grond aangebracht wordt en waarmee water-, verkeers- en spoorwegen of andere objecten gekruist kunnen worden zonder schade of overlast aan het maaiveld. Nadat de boorgang door herhaalde boorslagen voldoende groot is, wordt de te leggen leiding (productbuis) in zijn geheel door de boorgang in de grond naar de boorstelling ingetrokken. Bij een horizontaal gestuurde boring wordt vanaf de borgstellingzijde met een pompinstallatie boorvloeistof door de boorleiding onder hoge druk naar de boorkop geperst. Deze boorvloeistof wordt rondgepompt (waarbij het boorgruis wordt afgescheiden) en opgevangen in vloeistofdichte opvangbasins. Het boorgruis wordt gescheiden van de boorvloeistof zodat de boorvloeistof weer gebruikt kan worden. Het boorgruis wordt afgevoerd naar een erkend verwerkingsbedrijf.



4 Beschrijving schoonproduceren

Voorafgaande aan het in bedrijf nemen van de bestaande putten op de Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen locaties zullen putreparaties worden uitgevoerd met een boortoren. Bij een putreparatie dient een put gedurende enkele uren schoongeproduceerd te worden om de eerste vloeistoffen uit de put te verwijderen. Om zichthinder te beperken vindt in dergelijke gevallen het verbranden van gas overdag plaats en kan er gebruik gemaakt worden van tot ongeveer 8 meter hoge, met schermen afgesloten fakkelsystemen (Clean Enclosed Burner). Het verdere schoonproduceren zal worden uitgevoerd via de nieuw aan te leggen transportleidingen naar de bestaande behandelingsinstallaties, waarna het gas wordt afgeleverd aan Gasunie.

In dit deel wordt een toelichting gegeven op het schoonproduceren van een put en is een variant met stikstof beschreven.

Schoonmaken van de put voor aanvang van de productie
Bij de afronding van de boringen is de boorspoeling al zoveel mogelijk vervangen door zogenoemde “brine”. Brine is voornamelijk water dat door toevoeging van zout een hoog soortelijk gewicht krijgt en daardoor “zwaar” genoeg is om uitstroom van gas uit het reservoir in de put tegen te gaan. Brine is voor opstart eenvoudiger uit de put te verwijderen dan boorspoeling en leidt minder snel tot procesverstoringen als het in de gasbehandelingsinstallatie komt. De volgende stappen worden doorlopen om het brine te verwijderen:

Voorgenomen activiteit: schoonproduceren door de installatie (figuur 1)
Door het schoonproduceren zodanig te plannen dat de transportleiding en de aansluiting op de behandelingsinstallatie vooraf gereed zijn, kan het schoonproduceren “door de installatie” plaatsvinden en wordt fakkelen voorkomen.

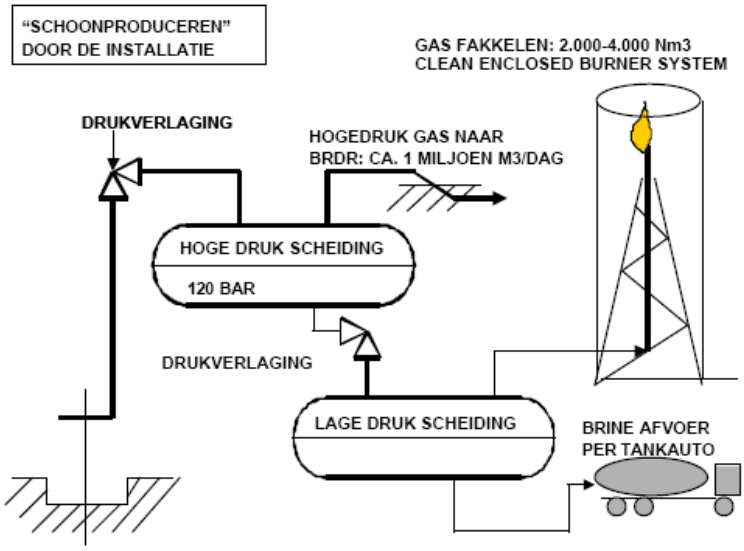
Bij deze methode wordt het geproduceerde gas op de productielocatie via een hogedrukscheidingsvat geleid. In het scheidingsvat wordt alle met het gas meegekomen brine opgevangen. Het gas wordt vervolgens via de transportleiding naar de gasbehandelingsinstallatie geleid en wordt aldaar behandeld en geleverd aan Gasunie. De opgevangen brine wordt in druk verlaagd en in een lagedruk opvangvat gestabiliseerd. Hierbij ontsnapt lagedruk gas. Dit lagedruk gas (ca. 2.000 tot 4.000 Nm^3 in circa 12 uur) wordt op de productielocatie verbrand in een fakkel.

Clean Enclosed Burner (thermische incenerator)
Om lichthinder te voorkomen wordt gebruik gemaakt van een Clean Enclosed Burner (CEB). Een CEB, heeft geen zichtbare vlammen, nagenoeg geen emissies naar de lucht en heeft een laag geluidsniveau (78 dB(A) op 50 meter). De CEB is circa 8 meter hoog en de brander is ingekapseld. Een succesvolle veldtest is ondermeer uitgevoerd op de NAM Dalen-15 locatie.
Het verbrandings rendement is 99,99% bij inzet als grondfakkel bij productietest operaties, waarmee een besparing van 9% aan CO_2 equivalenten wordt gerealiseerd ten opzichte van een gewone fakkel.
De kern van ontwikkeling heeft zich gericht op de verbrandingstechnologie. De potentiële (druk)energie in het aangevoerde gas wordt gebruikt om voldoende verbrandingslucht aan te zuigen in een venturi. Er is geen additioneel ventilatorvermogen nodig. Het gecreëerde gasluchtmengsel wordt bewust niet direct ontstoken. Natuurlijke menging continueert in de mengkamer met verdeling van het mengsel over een groot branderoppervlak. De vlam is beperkt qua lengte, stabiel qua aanhechting op het dek en niet zichtbaar voor omstanders. Infrarode straling naar de directe omgeving is zo beperkt dat geen additionele koeling noodzakelijk is. De mogelijkheid is aanwezig voor warmtewinning door een warmtewisselaar. Interne koeling van de CEB zelf is niet nodig. Alle warmte wordt convectief afgevoerd. De internals van de mengkamers worden continu gekoeld door het binnenstromende gasluchtmengsel.[1]

[1] Ontwikkeling van de 'Clean Enclosed Burner' (CEB) voor gasexploratie en productie. Van der Pasch, H. (ed.). FG Engineering Services, Eindhoven (Netherlands), in: Energieliteratuur, 2000 (24 p.).



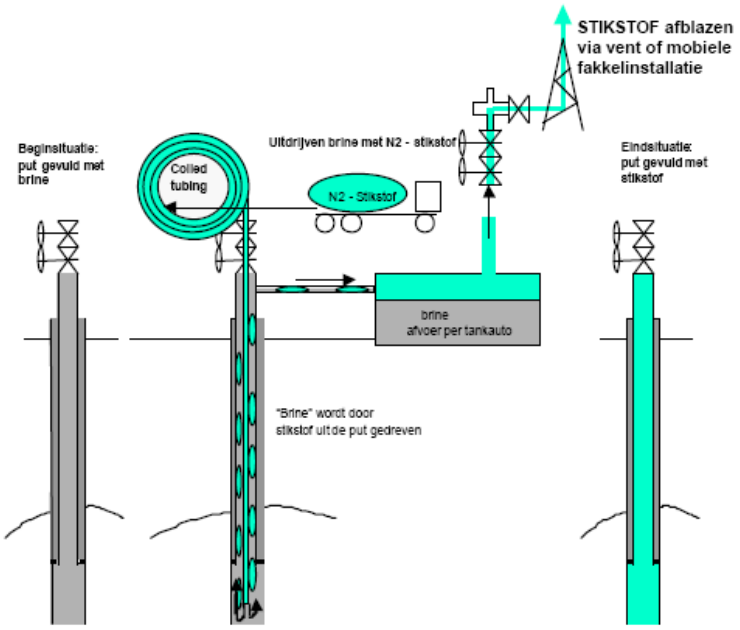
Figuur 1. Schoonproduceren door de installatie



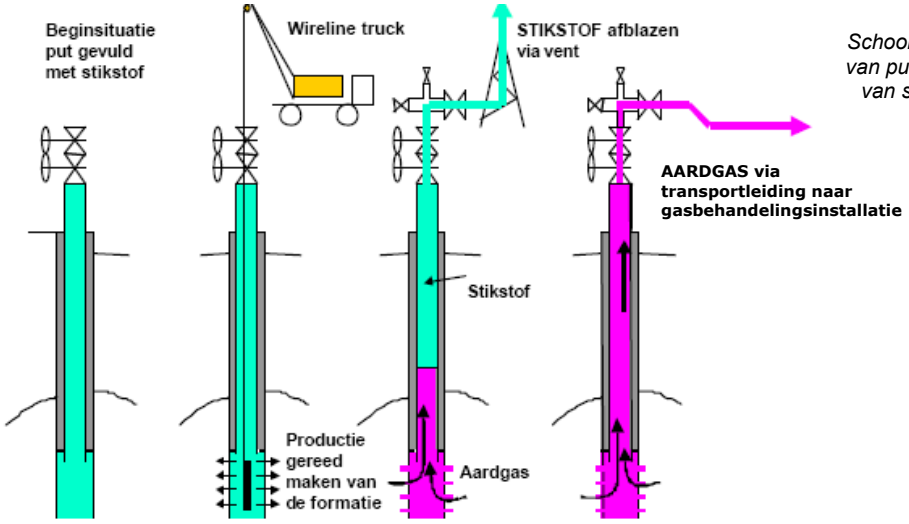
Variant: schoonproduceren met stikstof

Het brine kan voor de opstart ook uit de put verwijderd worden met stikstof. Om dit te bereiken moeten de volgende stappen doorlopen worden (zie figuur 2 en 3):

- Stikstof–lift voor het verwijderen van de brine uit de put. Door met behulp van een zogenoemde Coiled Tubing Unit stikstof in de put te injecteren wordt de aanwezige brine zoveel mogelijk uit de put gedreven. De "geproduceerde" brine wordt opgevangen in een tank; de stikstof en eventueel lage druk afgas wordt via een ventpijp naar de lucht afgeblazen of verbrand in een mobiele verplaatsbare fakkel. Hierbij heeft een 'Clean Enclosed Burner System' de voorkeur van de NAM. Enkel wanneer de gasdoorzet te gering is of de calorische waarde te laag, is deze variant niet uitvoerbaar. De put wordt met stikstofgas onder druk achter gelaten. Met dit proces kan het meeste brine uit de put worden verwijderd.
- Uitdrijven van de stikstof uit de put. Het gas uit het reservoir zal de put van onderaf vullen. Door voorzichtig stikstof af te blazen naar de lucht vult de put zich geheel met aardgas. Door het afblazen van de stikstof wordt voorkomen dat stikstof in plaats van aardgas aan Gasunie wordt geleverd. Onzeker is de exacte hoeveelheid stikstof die nodig zal zijn om de brine uit de put te verwijderen, evenals de exacte duur waarover deze "stikstoflift" plaats moet vinden.
- Start productie. Omdat de put voor aanvang van de gasproductie "schoongemaakt" is, zal bij de eerste productie van aardgas naar verwachting geen of slechts een geringe hoeveelheid brine meekomen met het gas. Daarom is vloeistofscheiding en daarmee gepaarde verbranding van lagedruk afgas niet nodig. Wel moet eventueel gruis uit de put worden opgevangen door middel van zandfilters, maar de hoeveelheid gas die vrijkomt tijdens het schoonmaken van de filters is gering en kan als verwaarloosbaar worden aangemerkt. Aangezien de natgas transportleiding geheel corrosie bestendig is, zal het transport van de schone resterende brine via deze leiding geen problemen opleveren.



Figuur 2 Schoonproduceren van put met behulp van stikstof - stap 1x



Figuur 3 Schoonproduceren van put met behulp van stikstof - stap 2x

Activiteit	**Methode voor schoonmaken van de put** *Vooraf met stikstof "Door installatie"*
Voorbereidende werkzaamheden	Coiled tubing stikstof lift
Benodigde equipment & installaties tijdens schoonproduceren.	Wire-line truck, knijpafsluiter, scheidingsvat, ventpijp. High pressure separator; Vent, incl. Vloeistof opvang faciliteiten; Zandfilter.

Milieuaspecten	
Emissies stikstof naar de lucht door venten	Te verwaarlozen; in principe zal geen gas afgefakkeld worden
Geluidsproductie	Laag, tijdens stikstoflift enig geluid door afblaas via vent
Reststoffen	Hergebruik brine of naar externe, erkende verwerker



5 Beschrijving productieoperaties

Bedieningsfilosofie voor opstarten en stilleggen van de installatie
Bij het gecontroleerd stilleggen van de productie zal, alleen indien vanwege veiligheid noodzakelijk, de transportleiding van druk gelaten worden via de bestaande behandelingsinstallatie. Hierdoor wordt vermeden dat de gehele inhoud van de transportleiding moet worden afgefakkeld (of naar de lucht afgelaten).

Bij herstart van de installatie na een langdurige productiestop is het gas in de put en leidingen afgekoeld. Om hydraatvorming tijdens een dergelijke 'koude' herstart tegen te gaan, wordt gedurende enkele uren methanol geïnjecteerd in de gasstroom, totdat het systeem voldoende is opgewarmd. De methanol wordt op de behandelingsinstallatie weer afgevangen uit het gas.

Tijdens het produceren zal op de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen niet worden gefakkeld. Indien voor onderhoudswerkzaamheden dit noodzakelijk is zullen kleine delen van de installatie op Moddergat en Lauwersoog van druk worden gelaten. Het afblazen van deze zeer kleine volumes zal plaatsvinden via een kleine afblaaspijp, waarbij het gas niet wordt verbrand.

Tijdens stilstand en opstarten van een koude put wordt methanol geïnjecteerd in de gasstroom in verband met de hydraatvormingstemperatuur. Methanol wordt in de meeste gevallen niet op locatie opgeslagen. Een werkvoorraad wordt aangevoerd conform de regels voor vervoer,. Overtollig methanol wordt meteen afgevoerd na de herstart. De veiligheid wordt hiermee afdoende gewaarborgd.

Procescontrole
De installatie is tijdens normaal bedrijf onbemand. Het monitoren en bijstellen van het gasdebiet op basis van de vraag vanuit de Gasunie zal via telemetrie worden geregeld vanuit het Assen Coördinatie Centrum (ACC). De hoeveelheid geproduceerd gas wordt voortdurend gemeten en geregistreerd. De belangrijkste regelingen zijn de debietregeling en de beheersing van de druk in de transportleiding. Het controlesysteem op de locatie is zodanig uitgevoerd dat onder alle omstandigheden (ook als het telemetriesysteem faalt) het proces beheerst blijft. Alle regelingen zijn 'fail safe' uitgevoerd.

Procesbeveiliging
In uitzonderlijke situaties waarbij de controle over het proces verloren dreigt te gaan, zal de installatie automatisch naar een veilige toestand gaan of in een veilige situatie blijven. Hiertoe zijn, om de put af te kunnen sluiten, twee automatische veiligheidsafsluiters in elke put geïnstalleerd. Eén afsluiter is ondergronds in de productiebuis geplaatst. De andere afsluiter bevindt zich in het bovengrondse gedeelte van de put. De transportleiding wordt afgesloten door middel van automatische afsluiters.

De procesbeveiliging is autonoom en onafhankelijk van de telemetrieverbindingen met het ACC. Wel is het mogelijk om via de telemetrieverbinding een zogenaamde 'Emergency Shutdown' te geven, waarbij de installatie naar de veilige toestand gaat.

In tabel 2.1 staat de samenhang tussen de productielocaties en de gasbehandelings-installatie weergegeven voor de normale bedrijfsvoering en bij incidenten. Er is tevens een beoordeling gemaakt van de hieraan gerelateerde milieuaspecten.



Tabel 2.1a. Normale bedrijfsvoering

Activiteit	Frequentie	Handelingen productielocaties	Milieuaspecten productielocaties	Handelingen behandelinginstallaties	Milieuaspecten behandelinginstallaties
Starten van productie na een productiestop van meer dan 2-3 dagen	1 keer per jaar	Opstarten (vanaf ACC) met injectie van methanol ca. 1 m^3 per keer per put	Aanvoer en gebruik van methanol	Opregelen van de behandelingsinstallatie	Eventueel afvoer van productiewater met methanol voor externe verwerking
Starten van productie na een productiestop van minder dan 2-3 dagen	Tot 3 keer per jaar, afhankelijk van gasvraag	Opstarten zonder injectie van methanol (vanaf ACC)	Geen	Opregelen productie van de behandelingsinstallatie	Afvoer productiewater zonder methanol
Productie		Debietregeling vanaf ACC	Zie beschrijving in dit MER	Debietregeling vanaf ACC	Geen veranderingen
Stoppen productie voor korte tijd (< 2 dagen)	Tot 3 maal per jaar, afhankelijk van gasvraag	Insluiten van regelklep(pen)	Geen	Terugregelen productie van de behandelingsinstallatie	Geen veranderingen
Stoppen productie voor langere tijd (> 2 dagen)	1 keer per jaar	Insluiten van regelklep(pen)	Geen	Terugregelen productie van de behandelingsinstallatie. Eventueel druk verlagen in transportleiding tot 30 bar m.b.v. afgas of depletie compressor.	Gas wordt zoveel mogelijk verwerkt. Indien de behandelingsinstallatie uit bedrijf is, dan is fakkelen nodig

Tabel 2.1.b. Incidenten

Gebeurtenis	Detectie	Handelingen productielocatie	Milieuaspecten productielocatie	Handelingen behandelingsinstallatie	Milieuaspecten behandelingsinstallatie
Procesverstoring	Procesbewaking	Automatisch stoppen van de installaties; installaties blijven onder druk en gaat naar veilige toestand.	Geen	Automatisch terugregelen van de productie.	Geen invloed
Calamiteit productielocatie	Melding door derden of bij groot lek lage druk. Geen automatische melding	Automatisch sluiten van veiligheidsafsluiters in de putten en transportleiding. Installatie blijft onder druk. Indien nodig handmatig van druk halen van leiding delen, via afblaaspijp.	Maximale gasemissie is volume installatie 1000-3000 Nm^3	Sluiten van afsluiter tussen de productie-units en de transportleiding	Geen
Calamiteit transportleiding Detectie van lekkage	Melding door derden of bij groot lek lage druk. Geen automatische melding	Na waarschuwing NAM van afstand insluiten transportleiding,	Geen	Na waarschuwing NAM van afstand insluiten transportleiding, transportleiding van druk laten via behandelingsinstallatie (fakkelen)	Gas emissie via de fakkel
Procesverstoring behandelingsinstallatie	Proces bewaking	Automatisch stoppen van de installaties; installaties blijven onder druk en gaat naar veilige toestand.	Geen	Automatisch stoppen van de behandelingsinstallatie; installatie blijft onder druk en gaat naar veilige toestand.	Geen invloed
Calamiteit behandelingsinstallatie	Diverse brand & gas detectie	Automatisch stoppen van de installaties; installaties blijven onder druk en gaat naar veilige toestand.	Geen	Sluiten van veiligheidsafsluiters incl. afsluiter tussen de transportleiding en de behandelingsinstallatie. behandelingsinstallatie wordt drukvrij gemaakt.	Gas emissie via de afblaaspijp (conform bestaande vergunning).

Inspectie en onderhoud
Bij het ontwerp van de put is zowel uit economische als uit milieutechnische overwegingen uitgegaan van hoogwaardig materiaal om tussentijdse reparaties tot een minimum te beperken.

Onder normale omstandigheden wordt een productielocatie eenmaal per twee weken bezocht door een operator voor controle. Indien nodig wordt klein onderhoud aan onderdelen van de installatie uitgevoerd. Eenmaal per jaar, of wanneer storingen optreden, wordt uitgebreider onderhoud gepleegd. Hierbij kan handmatig de druk van de installatie worden afgelaten d.m.v. een afblaaspijp. In de afblaasleiding is een vloeistofafscheider geïnstalleerd om eventuele vloeistoffen af te vangen. Indien nodig zal een mobiele kraan kunnen worden ingezet om onderdelen te verwijderen voor revisie of vervanging.

Naar verwachting 1 maal per 2 jaar wordt ter controle van het reservoirgedrag een zogenoemde wireline operatie uitgevoerd. Om instrumenten in de put te brengen wordt een wireline unit gebruikt, die op een vrachtwagen staat. Wanneer in het ondergrondse deel van de put een defect wordt geconstateerd, zal zo mogelijk door middel van een wireline unit of een coiled tubing unit een reparatie worden uitgevoerd. Alleen in zeer zeldzame situaties is een work-over boortoren nodig om de productiebuis uit de put te kunnen trekken en reparaties aan de put uit te voeren (**zie paragraaf 2 van deze bijlage**).

Permanente voorzieningen op de productielocaties
Voor productie, beveiliging, onderhoud en inspectie van de installatie worden de volgende voorzieningen op de locaties aangebracht:

- hogedrukleidingen van de putmond naar de productie-unit met afsluiters voor procesregeling en beveiliging;
- één productieskid per put. Op het skid zijn de volgende deelsystemen geplaatst:
  - afsluiters voor procesregeling en beveiliging geplaatst. Eveneens is per module een behuizing geplaatst die de elektrische, besturing- en beveiligingsystemen bevat. En een afblaaspijp met een hoogte van ca. 4 meter (vent);
  - aansluiting voor het doodpompen van de put met een mobiele unit (well killing - de put wordt gevuld met een vloeistof om de gasdruk aan de putmond te reduceren ten behoeve van onderhoud aan de put);
  - Hydraulic System Control Unit (hydraulisch controlepaneel voor de aansturing van afsluiters);
- hogedrukleidingen van de productieskids naar het verzamelmanifold die op locatie is aangesloten op de transportleiding;
- de aansluiting op de transportleiding wordt zo ontworpen dat de transportleiding eventueel met behulp van een tijdelijke raaginstallatie schoongemaakt of geïnspecteerd kan worden. Overigens wordt de transportleiding zo uitgevoerd dat ragen in beginsel niet nodig zal zijn;
- op plaatsen waar lekkage of morsing kan optreden zullen opvangmogelijkheden worden geplaatst, die uitmonden in een verzameltank. Deze verzameltank zal regelmatig worden geleegd door een vacuümtruck en worden afgevoerd naar een erkende be-/verwerkingsinrichting;
- een gebied rond de put met een vloeistofkerende verharding, omgeven door een goot die uitmondt in een hoekbak voor het tijdelijk opvangen van mogelijke verontreinigingen tijdens werkzaamheden aan de put. Tijdens normaal bedrijf wordt dit oppervlak schoon gehouden, wordt het water in de hoekbak opgevangen en geloosd op het oppervlaktewater.
- poortverlichting, werk- en (inschakelbare) terreinverlichting;
- de voornaamste hulpstof is methanol en wordt tijdens stilstand en opstarten van de koude put geïnjecteerd in de gasstroom in verband met de hydraatvormings-temperatuur. De benodigde hoeveelheid methanol bedraagt hooguit 1 m^3 per 'koude' start. Het aantal koude starts is afhankelijk van de gasvraag en de capaciteit van de reservoirs die naar de behandelingsinstallatie produceren. Op dit moment wordt het aantal koude starts per jaar in normale bedrijfsvoering geschat op 1. Er is een methanolinjectie-aansluiting op de locatie aanwezig waaraan de mobiele methanolskid

(methanolinjectiepomp en methanolvoorraadtank op een vrachtauto) aangesloten kan worden. Deze aansluiting is boven een vloeistofkerende vloer geplaatst;
- een hekwerk van 2,20 meter hoog (het terrein wordt tegen ongewenst bezoek afgeschermd);
- enige parkeervakken bij de bestaande toegangsweg tot het terrein.



6 Gasbehandeling

In het gebied rond het Lauwersmeer heeft de NAM gasbehandelingsinstallaties te Anjum en Grijpskerk in bedrijf om het natgas te drogen en het geschikt te maken voor levering aan het gasnet van Gasunie. Voor de bestaande installaties in Anjum en Grijpskerk is een Wet milieubeheervergunning afgegeven. Op dit moment wordt in de installatie te Anjum het gas uit de gasvelden Anjum, Ezumazijl en Metslawier behandeld en in de Grijpskerk-installatie het gas van de velden die zijn aangesloten op het Grijpskerk Zuid, Noord en West transportleidingsysteem.

Anjum
Bij het ontwerpen van de installatie Anjum GBI (capaciteit: 10 miljoen m^3/d gas, circa 250 m^3 condensaat en water per dag) is rekening gehouden met het voornemen van de NAM om putten geboord van locaties in de omgeving als satellietlocaties in productie te nemen. In de vergunningaanvraag van Anjum, integraal deel uitmakend van de reeds verleende Wet milieubeheervergunning, is aangegeven dat gas vanuit velden in de omgeving op de installatie in Anjum behandeld kan worden.
Op de locatie zal, voor het opvangen van het natte gas, een slokkenvanger worden aangelegd. Daarnaast zullen de aansluitingen worden aangepast. Hiervoor zal een revisievergunning Wet milieubeheer worden aangevraagd.

Grijpskerk
Bij het ontwerpen van de installatie Grijpskerk GDF (capaciteit: 16.5 miljoen m^3/d gas, circa 1100 m^3 condensaat en m^3 water per dag) is rekening gehouden met het voornemen van de NAM om putten geboord van locaties in de omgeving als satelliet locaties in productie te nemen. In de vergunningaanvraag van Grijpskerk GDF, integraal deel uitmakend van de reeds verleende Wet milieubeheervergunning, is aangegeven dat gas vanuit velden in de omgeving mogelijk op de installatie Grijpskerk GDF behandeld kan worden.

Op de locatie hoeven in het geheel geen aanpassingen te worden doorgevoerd omdat de gastransportleiding afkomstig van de locatie Vierhuizen op de locatie Munnekezijl wordt aangesloten op de bestaande leiding naar Grijpskerk.

Munnekezijl
Op de locatie Munnekezijl zal de gastransportleiding van Vierhuizen worden aangesloten op de bestaande gastransportleiding naar de NAM locatie Grijpskerk. De voorgenomen verandering betreft het aanbrengen en aansluiten van een ‘opkomer’ van de gastransportleiding van de satelliet-locatie Vierhuizen. Een en ander is overeenkomstig de bestaande opkomer van de aardgasproductielocaties Saaksum en Leens. Voor de aanpassingen geldt een meldingsplicht in het kader van de Wet milieubeheer.
Als na enige tijd de gasdruk gedaald is zal het gas via de bestaande compressoren op Munnekezijl worden geleid.

Alternatieven zijn niet overwogen omdat alle handelingen op bestaande locaties en binnen bestaande wettelijke kaders kunnen worden uitgevoerd. De milieueffecten ten gevolge van de inrichtingen veranderen niet.



Aantekeningen



BIJLAGE 3 Beleids- en wettelijk kader gaswinning Waddenzeegebied vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen

Rijksbeleid	Jaar/datum	Bestuursorgaan	Status	Relevante randvoorwaarden en uitgangspunten	Relevantie voor onderhavige gaswinning
PKB Tweede Nota Waddenzee	1993/1994	Minister van VROM/EK/TK	Beleid	- duurzame bescherming en ontwikkeling van de Waddenzee als natuurgebied - onder voorwaarden is het toegestaan exploratieboringen te verrichten binnen de in concessie uitgegeven delen van het PKB-gebied; - er worden geen afvalstoffen, waaronder boorspoeling, in de Waddenzee geloosd; - duurzame bescherming en een zo natuurlijk mogelijke ontwikkeling van de waterbewegingen en de hiermee gepaard gaande geomorfologische en bodemkundige processen; - bescherming van de (bodem)fauna en de (bodem)flora	Binnen de randvoorwaarden van een duurzame bescherming en ontwikkeling van de Waddenzee als natuurgebied zijn menselijke activiteiten met een economische betekenis, waaronder gaswinning, mogelijk.
PKB Derde Nota Waddenzee	afronding verwacht in 2007	Minister van VROM	Beleid	- duurzame bescherming en/of een zo natuurlijk mogelijke ontwikkeling van: - geomorfologische en bodemkundige processen; - water- en bodemkwaliteit; - de flora en de fauna; - behoud van landschappelijke kwaliteiten als rust, weidsheid, open horizon en natuurlijkheid. - geen toestemming voor nieuwe opsporing en winning van diepe delfstoffen op locaties in de Waddenzee.	Toestemming voor opsporing en winning vanaf landlocaties onder strikte voorwaarden. Regeringsbeleid ten aanzien van gasopsporing en -winning verwoord in de Kabinetsbrief van 24 juni 2004 is geïmplementeerd in deze PKB.
Derde Energienota 1995/1996 Gasbrief	Den Haag, dec.1995 20-4-2005	Minister van Economische Zaken	Beleid	- zoveel mogelijk in productie brengen van gasvelden buiten Groningen onder Het Kleine Gasveldenbeleid; - het Groningerveld als balansveld en als strategische reserve.	De voorgenomen activiteit past binnen het beleid m.b.t. duurzaam voorraad beheer.
Structuurschema Groene Ruimte	Den Haag, januari 2002	Ministerie van Landbouw, natuur en voedselkwaliteit	Beleid	- De effecten reiken tot in EHS, Speciale Beschermingzones op grond van de EU Vogel- en Habitatrichtlijn en nationale parken Lauwersmeer en de Waddenzee. - Waddenzee, de waddeneilanden (met uitzondering van bepaalde landbouwgebieden op Texel), de zeegaten tussen de eilanden, de Noordzeekustzone, het Lauwersmeer zijn aangemerkt als kerngebied van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS).	In het MER wordt nadrukkelijk aandacht besteed aan de milieu en natuureffecten. De SGR gaat op in de Nota Ruimte.
Nationale milieubeleidsplan 4	juni 2001	Ministerie van VROM e.a.	Beleid	- voorzetting van het NMP3 beleid; - aandacht voor geluid en externe veiligheid - Waddenzee als onderdeel van de mondiale EHS; - lange termijn visie gaswinning: op termijn bijmengen van waterstof aan aardgasnet.	Geluid en externe veiligheid zijn aandachtspunten in het NMP die ook betrekking hebben voor de voorgenomen activiteit.
Nota Natuur voor mensen, mensen voor natuur	juli 2000	Ministerie van VROM	Beleid	- behoud, herstel, ontwikkeling en duurzaam gebruik van natuur en landschap, als essentiële bijdrage aan een leefbare en duurzame samenleving; - voortzetten van de realisatie van de EHS; - in 2010 is in internationaal verband het unieke karakter van de	De winning van grondstoffen vindt plaats binnen ecologische randvoorwaarden; Bij de landschappelijke inpassing van de locaties en na abandonneren wordt hiermee rekening

Rijksbeleid	Jaar/datum	Bestuursorgaan	Status	Relevante randvoorwaarden en uitgangspunten	Relevantie voor onderhavige gaswinning
				Waddenzee veiliggesteld en is – waar nodig – het gebruik in evenwicht gebracht met het ecologisch functioneren; - aansluiting bij het internationale natuurbeleid.	gehouden.
Vierde nota waterhuishouding 3e Kust nota december 2000	1998	Ministerie van Verkeer en Waterstaat	Beleid	- reguleren van menselijk gebruik om effecten op natuur en milieu te minimaliseren; - nastreven van doelen door een integrale aanpak; - voorzetting functies van het watersysteem conform NW3.	Specifiek voor de Waddenzee betekent dit het handhaven van de ecologische doelstelling op het hoogste niveau. Het Lauwersmeer wordt niet specifiek genoemd.
Beleidsnota Belvedère	juli 1999	Ministerie van VROM	Beleid	- handhaven van bestemmingsplannen en van de Monumentenwet, - Instandhouden cultuurhistorische identiteit op grond van streek- en bestemmingsplannen; - de cultuurhistorische identiteit geeft richting aan de inrichting van de ruimte, het rijksbeleid zal daarvoor goede voorwaarden scheppen.	In het aandachtsgebied is sprake van aanwezigheid van archeologische waarden. Met name bij de aanleg van de gastransportleidingen is in verband hiermee archeologisch vooronderzoek verricht.
PKB Nota Ruimte	2005	Ministerie van VROM	Beleid	• Aardgaswinning. Voor de energievoorziening vindt het rijk het van groot belang dat zo veel mogelijk aardgas uit de Nederlandse kleine velden wordt gehaald, zodat het volle potentieel aan aardgasvoorraden wordt benut. Opsporing, opslag en winning van aardgas zijn van groot belang voor de Nederlandse economie, voor de voorzieningszekerheid en voor de transitie naar een duurzame energiehuishouding. • duurzame bescherming en ontwikkeling van de Waddenzee als natuurgebied en het behoud van het unieke open landschap; • de verstoring van de bodem is zodanig beperkt dat ongestoorde natuurlijke mosselbanken en zeegrasvelden voorkomen; • benutting van het volle potentieel aan aardgasvoorraden door winning uit zoveel mogelijk Nederlandse kleine velden; • waar mogelijk bundeling met andere lijninfrastructuur bevorderen en de veiligheid rondom deze leidingen waarborgen.	De voorgenomen activiteit past binnen het kleine velden beleid en het ruimtelijk beleid voor de ondergrond.
Structuurschema buisleidingen	1985	Ministerie van Economische Zaken	Beleid	Het rijksbeleid voor toekomstige transportleidingen staat in het Structuurschema buisleidingen (SBUI). Uitgangspunt van het SBUI is dat provincies in streekplannen zones of stroken opnemen. Het ligt in de bedoeling het SBUI te integreren in de Nota Ruimte.VROM heeft in de circulaire Zonering langs hogedruk aardgastransportleidingen en de circulaire 'K1K2K3 brandbare vloeistoffen' veiligheidsafstanden vastgelegd. In 1996 hebben de ministers van Verkeer en Waterstaat en VROM de nota ´Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen´ (Nota RNvgs) uitgebracht. Daarin staan de normen voor onder andere buisleidingen. De normen uit deze nota vormen de basis voor besluiten over ruimtelijke gevolgen van buisleidingen.	Het structuurschema buisleidingen is in beginsel niet bedoeld voor onderhavige regionale gasleidingen. Daar waar mogelijk worden de gasleidingen zoveel mogelijk in zones (parallel aan bestaande leiding tracés of stroken gelegd en wordt rekening gehouden met genoemde zoneringen;
Watertoets/Besluit ruimtelijke ordening	3 juli, 2003	Ministerie Verkeer en Waterstaat	Beleid	- waarborgen dat waterhuishoudkundige doelstellingen in beschouwing worden genomen bij alle waterhuishoudkundig relevante ruimtelijke plannen en besluiten;	De watertoets resulteert uiteindelijk in de waterparagraaf welke als onderdeel aan het bestemmingsplan wordt toegevoegd.

Rijksbeleid	Jaar/datum	Bestuursorgaan	Status	Relevante randvoorwaarden en uitgangspunten	Relevantie voor onderhavige gaswinning
				- dit betekent dat waterbeheerders en planvormers in een vroeg stadium de invulling van de watertoets afstemmen.	
Ruimte voor de Wadden	maart 2004	Adviesgroep Waddenzeebeleid	Advies	- er zijn geen ecologische gronden voor het afzien van winning indien gaswinning aan strikte natuurgrenzen wordt gebonden; - bij een goed gekozen en goed te berekenen maximale toelaatbare bodemdalingssnelheid van de diepe ondergrond is geen natuurschade te verwachten.	Gaswinning Waddenzee is mogelijk binnen strikte natuurgrenzen.
Kabinetsreactie op advies Adviesgroep Waddenzeebeleid	28 juni 2004	Ministers van VROM/EZ/LNV	Standpunt	- binnen randvoorwaarden wet en regelgeving en van duurzame ontwikkeling zoveel mogelijk gas uit Nederlandse bodem halende onzekerheden en twijfel over gevolgen gaswinning zijn in voldoende mate weggenomen; - e.e.a. moet worden vastgelegd in de PKB Waddenzee; - kabinet draagt zorg voor coördinatie van de vergunningen.	Gaswinning binnen strikte randvoorwaarden is mogelijk zonder gevolgen voor de natuur.
Besluit tot het van toepassing verklaren van de rijksprojectenprocedure	15 april 2005	Ministers van EZ, VROM, V&W en LNV	Besluit	- biedt toegang tot het kunnen toepassen van de rijksprojectenprocedure; - een passende beoordeling (afwegingskader) art. 6 Habitatrichtlijn is op de voorbereiding van het besluit van toepassing.	Rijksprojectenprocedure is door het kabinet van toepassing verklaard (met instemming van Eerste en Tweede Kamer) op het onderhavige project.
Beheersplan Waddenzee, 1996-2001	Leeuwarden, 1996	Rijkswaterstaat	Beheersplan	- natuurlijke processen zoveel mogelijk ongestoord laten ontwikkelen; - minimalisering van de effecten van menselijk gebruik op natuur en milieu; - in het PKB-gebied en op Schiermonnikoog worden geen nieuwe exploitatie-installaties toegelaten - onder voorwaarden zijn exploratieboringen toegestaan in het PKB-gebied.	Winning van gasvelden onder de Waddenzee is mogelijk binnen strikte natuurgrenzen.
Waterbeheer 21e eeuw	1999	Commissie	Advies	- geen verder ruimteverlies voor water; - extra ruimte voor waterberging zoeken.	
Provinciale Verordening Fryslân	2 februari 2005	Gedeputeerde Staten	Verordening	- Schiermonnikoog, Lauwersmeer en de Waddenzee zijn aangemerkt als Stiltegebied, waarvoor regels gelden ter voorkoming van geluidhinder.	De inrichting voor de gaswinning is niet in stijd met de provinciale milieuverordening. Ontheffing van GS is nodig voor aanleg gasleiding Lauwersoog-Anjum..
Provinciale Verordening Groningen	15 januari 1998	Gedeputeerde Staten	Verordening	- Lauwersmeer en Waddenzee zijn beide aangewezen als milieubeschermingsgebied. Samengevat geldt hiervoor: schadelijk handelen dient achterwege gelaten te worden, dan wel te worden voorkomen om mogelijke schade te beperken.	De inrichtingen voor de gaswinning zijn niet in strijd met de provinciale milieuverordening .
IBW I/II (Interprovinciaal beleidsplan waddenzeegebied);	februari 1995	Provincies Groningen, Friesland en Noord-Holland	Beleid	**IBW I** - in de in concessie uitgegeven delen van de Waddenzee worden geen nieuwe exploitatie-installaties toegestaan; - voor exploratieboringen wordt bij de Nota Waddenzee aangesloten.	**IBW I** Opsporing en winning van diepe delfstoffen buiten de Waddenzee maar binnen het plangebied is in principe toegestaan. Bij de beoordeling van de activiteiten wordt rekening gehouden met de kenmerken van het gebied alsmede met mogelijke

Rijksbeleid	Jaar/datum	Bestuursorgaan	Status	Relevante randvoorwaarden en uitgangspunten	Relevantie voor onderhavige gaswinning
				IBWII - IBW II is in voorbereiding.	effecten op de Waddenzee. **IBW II** Naar verwachting zal IBW II worden opgesteld na afronding van de procedure PKB Derde Nota waddenzee in 2006/2007.
Integraal Beheersplan Waddenzee	1996	Diverse overheden	Plan	- natuurlijke processen zoveel mogelijk ongestoord laten ontwikkelen; - behoud en waar mogelijk, herstel en ontwikkeling van de aanwezige natuurwaarden in de Waddenzee; - regulering menselijk gebruik; - minimalisering van de effecten van menselijk gebruik op natuur en milieu.	Gaswinning Waddenzee is mogelijk binnen strikte natuurgrenzen. Eventuele milieugevolgen door gaswinning worden tot een minimum beperkt.
Beheers en Inrichtingsplan Nationaal Park Lauwersmeer	maart, 2003 vastgesteld	Overlegorgaan Nationaal Park (i.o.)	Plan	- behoud en versterking kernwaarden: rust, ruimte, weidse landschap, waterrijk karakter, dynamisch milieu en vogelrijkdom; - op lange termijn wijziging natuur- en waterbeheer nodig ter behoud kernwaarden; - toelaten beheerste peilfluctuatie, bij voorkeur in combinatie met invloed van zout water in het gebied (beheerst getijdensysteem); - verandering in waterbeheer stapsgewijs, waarbij tussenstadia voor de waarden interessant zijn.	Eventuele milieugevolgen door gaswinning worden tot een minimum beperkt.
Voorontwerp Streekplan Fryslân 2006	vastgesteld 19/4/2005	Provincie Friesland	Beleid	- geen mogelijkheid voor nieuwe opsporing en winning van gas onder de Waddenzee vanaf de vaste wal; - op grond van het voorzorgbeginsel wordt enig risico van bodemdaling in de Waddenzee niet geaccepteerd; - Binnen een duurzame ontwikkeling past een zorgvuldige omgang met de bodem, waardoor verontreiniging en uitputting worden voorkomen en waardevolle bodemelementen zo min mogelijk worden aangetast.	Op grond van het voorzorgbeginsel wordt enig risico van bodemdaling in de Waddenzee niet geaccepteerd. Strijdigheid met rijksbeleid. Rijksbeleid is richtinggevend voor onderhavige gaswinning .
POP I Groningen	14 december, 2000	Provincie Groningen	Beleid	- op het vasteland wordt ruimte geboden aan uitbreiding van de infrastructuur voor gaswinning; - gestreefd wordt naar inpassing in de structuur van landbouw, natuur en landschap; - bij twijfel over gevolgen van gaswinning voor ecosysteem voor de Waddenzee het voorzorgprincipe hanteren; - vooralsnog verbod op proefboren en winning in de Waddenzee en winning vanaf locaties buiten de Waddenzee en/of vanuit de Noordzee kustzone.	Wat beleid voor gaswinning betreft sluit de provincie aan bij IBW I (Interprovinciaal beleidsplan Waddenzee) wat betreft de toepassing van het voorzorgsbeginsel. Het rijksbeleid ten aanzien van gaswinning onder de waddenzee wordt als richtinggevend aangenomen. POP II in voorbereiding.
Watervisie Lauwersmeer	In voorbereiding	Provincie Groningen, Provincie Friesland, Waterschap Noorderzijlvest en	Beleid	- zodanig aanpassen of in stand houden van de bestaande situatie dat de huidige gebruiksmogelijkheden van het Lauwersmeergebied niet wezenlijk veranderen.	Er wordt in de visie al rekening gehouden met bodemdaling door gaswinning (extra variabele in waterbeheer).

Rijksbeleid	Jaar/datum	Bestuursorgaan	Status	Relevante randvoorwaarden en uitgangspunten	Relevantie voor onderhavige gaswinning
		Waterschap Fryslan			
Waterbeheersplan Lauwersmeergebied 2003-2007	7 mei 2003	Waterschap Noorderzijldervest	Beleid	Doelstellingen en maatregelen voor o.a. Lauwersmeer en Eletra boezem (waterkwaliteit en –kwantiteit)	Toekomstig beheer Lauwersmeer is onderwerp van discussie. Eventuele effecten van gaswinning kunnen hierin worden meegenomen.
Bestemmingsplannen gemeenten De Marne en Dongeradeel	in voorbereiding	Gemeenteraad De Marne en Dongeradeel	Plan	Locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen zullen worden bestemd als gasproductielocaties.	Locaties zullen landschappelijk worden ingepast. Van toepassing is de Rijksprojectenprocedure. Bestemmingsplannen zullen na het zogenoemde Rijksprojectenbesluit hiermee in overeenstemming worden gebracht.
Europese richtlijn voor Strategische Milieubeoordeling Richtlijn 2001/42/EG	27 juni, 2001	Europese Unie	Richtlijn	Voor plannen en programma's die kaderstellend zijn voor later m.e.r.-plcihtig besluit, dan wel waarvoor een passende beoordeling in het kader van de EU Vogel- en/of Habitatrichtlijn nodig is moet een (strategisch) Milieurapport worden opgesteld.	Bij de vast te stellen PKB Derde Nota Waddenzee wordt een Strategische milieubeoordeling verricht.
Wereld Erfgoed Conventie	Parijs, 1972	Staat der Nederlanden	Afspraak	Bescherming en instandhouding van het wereld natuur erfgoed;	De aanmelding heeft geen juridische gevolgen, maar is een internationale erkenning van de bijzondere kwaliteit van het gebied.
Kaderrichtlijn water Richtlijn 200/60/EG	2000	Europees parlement en de Raad van de Europese Unie	Beleid	- volledige eliminatie van prioritaire gevaarlijke stoffen en bijdragen aan het bereiken van concentraties in het mariene milieu in de nabijheid van de achtergrondwaarden van natuurlijke in het milieu aanwezige stoffen; - bescherming van landoppervlaktewater, overgangswater, kustwateren en grondwater; - aquatische ecosystemen en, wat de waterbehoeften ervan betreft, terrestrische ecosystemen en waterrijke gebieden die rechtstreeks afhankelijk zijn van aquatische ecosystemen, voor verdere achteruitgang worden behoed en worden beschermd en verbeterd; - civiel technische werkzaamheden op of in de grond die in contact komen met grondwater.	Gaswinning Waddenzee is mogelijk binnen strikte natuurgrenzen. Eventuele milieugevolgen door gaswinning worden voorkomen mitigerende maatregelen waaronder toepassing van hand aan de kraan principe. Er wordt geen effect op de waterkwaliteit verwacht.
Ramsar Conventie	Ramsar, 1971	Staat der Nederlanden	Afspraak	- Lauwersmeer en Waddenzee zijn aangewezen als Wetland, Dit betekent conservatie, beheer en doordacht gebruik van Wetlands en de daarbij behorende flora en fauna; - Lauwersmeer is aangewezen op 24 maart 2000 en van belang is dat het watergebied van internationale betekenis voor watervogels; - Waddenzee is aangewezen in 1984 en van belang is dat hier van 25 watervogelsoorten meer dan 1% van de wereldpopulatie verblijft.	Er heeft een doorvertaling plaatsgevonden naar de Vogel- en Habitatrichtlijn en de Natuurbeschermingswet 1998. Op basis daarvan zijn passende beoordelingen uitgevoerd.
Verdrag van Malta	Valleta, 1992	twintig Europese Lid Staten	verdrag	- Uitgangspunt van het verdrag is het archeologisch erfgoed zoveel mogelijk ter plekke (in situ) te bewaren en beheermaatregelen te nemen om dit te bewerkstelligen. Daar waar behoud in situ niet mogelijk is, betalen de bodemverstoorders het archeologisch onderzoek en mogelijke opgravingen.	Er heeft een archeologisch vooronderzoek plaatsgevonden. Hieruit blijkt dat verwacht mag worden dat tijdens de constructiewerkzaamheden geen archeologische waarden zullen worden verstoord.

Rijksbeleid	Jaar/datum	Bestuursorgaan	Status	Relevante randvoorwaarden en uitgangspunten	Relevantie voor onderhavige gaswinning
				- projecten die zijn verplicht tot een MER (voor bestemmingsplannen) werken in de geest van het Verdrag van Malta.	
Conventie van Bern	Bern, 1979	Staat der Nederlanden	conventie	- beschermen van flora en fauna in hun natuurlijke omgeving. In het bijzonder die soorten en habitats die (inter)nationale samenwerking vergen; - specifieke aandacht is er voor bedreigde soorten en bedreigde rondtrekkende soorten.	Er heeft een doorvertaling plaatsgevonden naar de Vogel- en Habitatrichtlijn en de Natuurbeschermingswet 1998. Op basis daarvan is een passende beoordeling uitgevoerd.
Trilateraal overleg Wadden landen	1997/2005	Nederland, Denemarken Duitsland	Samen-werkingsverband	- het beschermen en instandhouden van de Waddenzee als een ecologisch belangrijk gebied, waarbinnen de voorwaarden voor duurzame economische ontwikkelingen moeten worden gehandhaafd. - Uitbouw Waddenzeeplan tot beheersplan in overeenstemming met bepalingen in de Habitat- en Vogelrichtlijn en andere richtlijnen en voorschriften van de Europese Unie.	Ecologie legt randvoorwaarden op aan economische activiteiten zoals gaswinning.
Waddensea quality status report	1999	Nederland, Denemarken / Duitsland	Samenwerk.	Beschrijving toestand van de Waddenzee.	Bestaande Gas-opsporing/winning geen impact op kwaliteit/toestand van de Waddenzee.
Stade Declaration	1997	Nederland, Denemarken Duitsland	Samen-werkings-verband	In het aangrenzende gebied van de Waddenzee zou, waar noodzakelijk, de activiteiten met milieugevolgen moeten worden ingeperkt.	Aantonen dat aardgaswinning geen milieueffecten heeft.
Esbjerg Declaration	2001	Nederland, Denemarken Duitsland	Samen-werkingsverband	- behoud van biologische diversiteit, het duurzame gebruik van biologische rijkdommen en het beginsel van duurzame ontwikkeling; - bij duurzame ontwikkeling dient ook rekening te worden gehouden met de behoeften en verlangens van de bevolking, bijvoorbeeld wat energievoorziening, bedrijfsleven en externe veiligheid.	Duurzame menselijke activiteiten in het gebied blijven in de toekomst mogelijk.
Vogel- en Habitatrichtlijn Richtlijn 92/43/EEG Richtlijn 79/409/EEG	1979 en 1992	Europees parlement en de Raad van de Europese Unie	Richtlijn	- leefgebieden, dieren en planten mogen niet geschonden worden door de voorgenomen activiteit. Bij ingrepen in leefgebieden en mogelijke significante beïnvloeding van soorten die vallen onder de twee richtlijnen moet het afwegingskader art. 6 Habitatrichtlijn worden doorlopen: passende beoordeling; - Lauwersmeer is aangewezen als Speciale beschermingszone inzake de Vogelrichtlijn 24 maart 2000; - de Waddenzee is op 8 november 1991 aangewezen als Speciale beschermingszone inzake de Vogelrichtlijn en op 20 mei 2003 aangemeld als Habitatrichtlijngebied.	Er is een passende beoordeling verricht voor de gaswinning. Bij het inwerking treden van de Natuurbeschermingswet 1998 op 1 oktober 2005, worden de richtlijnen formeel geïmplementeerd in de nationale regelgeving.
Nationale regelgeving					
Wet op de Ruimtelijke Ordening	1965 + herzieningen 2007 Nieuwe WRO	Ministerie van VROM	Wet	- Indien een onderdeel van een plan(nationaal ruimtelijk beleid) een concrete beleidsbeslissing is, wordt die beslissing bij de vaststelling van andere plannen op grond van deze wet in acht genomen; - De rijksprojectenprocedure is in art 39a verankerd.	Voor het aanpassen van rijks/provincie/gemeentelijke bestemmingplannen en toepassing van de rijksprojectenprocedure is het genoemde kader van toepassing.

Rijksbeleid	Jaar/datum	Bestuursorgaan	Status	Relevante randvoorwaarden en uitgangspunten	Relevantie voor onderhavige gaswinning
Besluit Ruimtelijke Ordening	december 1985 etc	Ministerie van VROM	AmvB	- De watertoets is sinds 3 juli 2003 wettelijk verankerd in het BRO (Staatsblad, 294) dat op 1 november 2003 in werking is getreden (Staatsblad 2003, 327).	In een bestemmingsplan moet worden opgenomen een beschrijving van de wijze waarop rekening is gehouden met de gevolgen van het plan voor de waterhuishouding.

Nationale regelgeving	Jaar/datum	Bestuursorgaan	Status	Relevante randvoorwaarden en uitgangspunten	Relevantie voor onderhavige gaswinning
Woningwet Bouwverordening Bouwbesluit	augustus 1991 etc.	Ministerie van VROM	Wet	- Voor het oprichten van een inrichting (bouwwerk) is op grond van art. 40 Ww etc. een bouwvergunning vereist.	Van toepassing i.v.m. noodzakelijke bouwvergunningen.
Natuur-beschermingswet 1998	1-10-2005	Ministerie van LNV	Wet	- bescherming van natuurmonumenten tegen verontreiniging, verstoring of het in het algemeen toebrengen aan schade; - op 7 juni 1994 is het Lauwersmeer als natuurmonument aangewezen, waarmee een vergunning is vereist voor diverse handelingen in het gebied; - Lauwersmeer is op 12 november 2003 aangewezen als Nationaal Park. Activiteiten die schadelijk zijn voor het gebied, maar toch noodzakelijk, kunnen met een vergunning worden toegestaan; - Waddenzee is aangewezen als Staatsnatuurmonument 1987. De aanwijzing is in 1990 uitgebreid.	Vergunningen op grond van de Natuurbeschermingswet 1998 zijn noodzakelijk voor gaswinning vanaf locaties buiten de Waddenzee in verband met mogelijke bodemdalingseffecten in de Waddenzee.
Flora en fauna wet	1998	Ministerie van LNV	Wet	- bescherming van in het wild levende soorten.	In het leidingtracé Lauwersoog-Anjum komen diverse soorten voor die vallen onder de Ffw.
Wet milieubeheer	13 juni 1979 etc.	Ministerie van VROM	Wet	- voor het oprichten en in werking hebben van een mijnbouwwerk t.b.v. gaswinning is een vergunning nodig; - tevens is de m.e.r.-procedure van toepassing (zie onder).	Vergunningen Wet milieubeheer noodzakelijk.
Besluit m.e.r.	1994 gew. 7/5/1999 en 23-12-2004	Ministerie van VROM	AmvB	- het Besluit m.e.r. is in overeenstemming gebracht met de nieuwe Mijnbouwwet; - onderdeel C, categorie 17.2: bij gaswinning groter dan 500.000m³ per dag geldt een m.e.r.-plicht. - Het ontwerpbesluit beoogt de implementatie van de SMB richtlijn.	De m.e.r.-procedure wordt in dit verband doorlopen.
Besluit externe veiligheid inrichtingen	2004	VROM/EZ	AmvB	Het Besluit externe veiligheid inrichtingen en de bijbehorende Regeling externe veiligheid inrichtingen zijn 27 oktober 2004 in werking getreden. Het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) legt veiligheidsnormen op aan bedrijven die een risico vormen voor personen buiten het bedrijfsterrein. Bijvoorbeeld rondom chemische fabrieken, lpg-tankstations en spoorwegemplacementen waar goederentreinen met gevaarlijke stoffen rangeren.	Via vergunningverlening Wet milieubeheer wordt hiermee rekening gehouden.
Zonering langs aardgastransportleidingen	1984	Ministerie van VROM	Circulaire	- vaste veiligheidsafstanden gebaseerd op aanvaardbaar plaatsgebonden risico - NEN3650 verwijst naar deze circulaire	Toetsen aan afstanden uit deze circulaire in relatie tot. gevoelige bestemmingen en gebieden vindt plaats bij de vergunningverlening.
Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen	augustus 2004	Ministerie van VROM	Circulaire	Aankondiging nieuwe regeling zonering hogedruk aardgasleidingen;	Nieuwe regeling thans onbekend. Gezien de aard van het gebied waarin de gasleidingen worden aangelegd worden geen additionele maatregelen

Nationale regelgeving	Jaar/datum	Bestuursorgaan	Status	Relevante randvoorwaarden en uitgangspunten	Relevantie voor onderhavige gaswinning
					voorzien in verband hiermee.
Mijnbouwwet Mijnbouwbesluit Mijnbouwregeling	mei 2001	Ministerie van Economische Zaken	Wet AmvB Min. reg.	Op grond van deze regelgeving zijn vergunningen nodig voor de gaswinning en zal een Winnings- en meetplan worden opgesteld.	Aanvragen vergunningen.
Buitenwettelijk kader					
Milieuconvenant		NAM/overheid	conve-nant	Nieuwe installaties zullen voldoen aan stand der techniek en vigerende wet- en regelgeving. Toepassing best beschikbare technieken (BBT).	Voldoen aan stand der techniek. Toepassing BBT.
Bedrijfsmilieuplan		NAM	plan	Nieuwe installaties zullen voldoen aan stand der techniek en vigerende wet- en regelgeving.	Voldoen aan stand der techniek.
Nederlandse Richtlijn Bodembescherming	1997	Overheid	Richtlijn	inrichting dient voorzien te zijn van adequate bodembeschermende voorzieningen.	Voldoen aan.
Nederlandse Emissie Richtlijn		Overheid	Richtlijn	Emissie naar lucht moeten voldoen aan de richtlijn.	Voldoen aan.
NEN3650	2003	Overheid	Norm	Veiligheidsafstanden voor pijpleidingen zijn van toepassing.	Voldoen aan.
Externe veiligheid vervoer gevaarlijke stoffen	1998	VNG	Hand-reiking	Toetsing groepsrisico voor gasleidingen kleiner 24” levert geen eis die en boven de toetsing op plaatsgebonden risico uitgaan.	(zie circulaire VROM, 1984 en NEN3650)
Stroomlijnen, een handreiking voor het waterbeheer in Fryslân, West-Groningen, Noord-Drenthe en de Waddenzee	maart 2005	SBB, It Fryske Gea, Milieufederaties FrieslandGroningen en Drenthe, Natuur-monumenten, Waddenvereniging en Het Gr. Landschap	Beleid	Voorstellen voor aangepast beheer.	Flexibele waterstanden Lauwersmeer en uitbreiden boezemcapaciteit.



BIJLAGE 4 Genomen besluiten in relatie tot opsporing en winning van gas in het Waddenzeebied vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen

Activiteit	Wet	Plan/vergunning	Besluit	Bevoegd gezag/instantie
Gasopsporing en -winning algemeen	WRO	PKB 2e Nota Waddenzee + herziening	1993/1994	Regering EK/TK
Gasopsporing en -winning algemeen	WRO	PKB Derde Nota Waddenzee Deze PKB is procedureel nog niet afgerond. Ten aanzien van opsporing en winning van gas zal worden geïmplementeerd hetgeen bepaald is in de kabinetsbrief van 28 juni 2004(TK 29684 nr 1)	in voorbereiding	Regering EK/TK
Gasopsporing en -winning algemeen	Mijnbouwwet	Winningsvergunning "Noord- Friesland"	KB 17-2-1969 nr 39	Kon. + minister van EZ
Gasopsporing en -winning algemeen	Mijnbouwwet	Winningsvergunning "Groningen"	KB 30-51963 nr 39	Kon. + minister van EZ
Gasopsporing en -winning algemeen	Mijnbouwwet	Winningsvergunning "De Marne"	KB 5-9-1994 nr 94.006870	Kon. + minister van EZ
Gasopsporing en -winning algemeen	WRO	Streekplan Fryslan1994	1994	PS Friesland
Gasopsporing en -winning algemeen	WRO	Voorontwerp Streekplan Fryslan 2006	in voorbereiding: door GS vastgesteld op 19-4-2005.	PS Friesland
Gasopsporing en -winning algemeen	WRO	POP Groningen	14-12-2000	PS Groningen
Gasopsporing en -winning algemeen	WRO	Inter provinciaal beleidsplan waddenzeegebied	1995	Provincies Groningen, Friesland, Noord-Holland
Locatie Moddergat	WRO	Bouwvergunning voor opsporing Milieuvergunning voor winning (vervallen 2005)	23-3-1993 2-11-1998	Gemeente Dongeradeel Minister van EZ
Locatie Lauwersoog	WRO Wm	Bouwvergunning voor opsporing Milieuvergunning voor winning. (vervallen 2005)	17-10-1995 2-11-1998	Gemeente De Marne Minister van EZ
Locatie Vierhuizen	WRO	Bouwvergunning voor opsporing	1995	Gemeente De Marne

Activiteit	Wet	Plan/vergunning	Besluit	Bevoegd gezag /instantie
Gastransportleiding Anjum- Moddergat	Mijnbouwwet	planologische instemming	27-8-1997	prov.Friesland
	WVO	WVO-vergunning	24-2-1999	ws. Fryslan
	Grondwaterwet	Vergunning grondwateronttrekking	11-6-1998	prov. Friesland
	Wegen verkeerswet	WV wet vergunning	9-7-1998	gemeente Dongeradeel
		WV wet vergunning	1999	prov. Friesland
	Burgerlijk wetboek	privaatrechterlijke overeenkomsten met grondeigenaren/ gebruikers	1998/1999	
Gastransportleiding Lauwersoog-Anjum	Keur Waterschap	aanlegvergunning	28-10-1998	ws Fryslan
	Natuur beschermingwet	Nb wet vergunning	verleend ex lege aug.1999	prov. Friesland
Diversen Meet/monitoring activiteiten op het wad	Natuur beschermings wet	-Nb wet vergunning	2005	Min. van LNV



Aantekeningen



Verklarende woordenlijst en gebruikte afkortingen

A

Aandachtsgebied	Het gebied waar de voorgenomen activiteiten gepland zijn en waar mogelijke effecten van de activiteit kunnen optreden.
Aanwas	Aan een kust of oever door afzetting van materiaal ontstane strook nieuw land.
Aardtrilling	trilling in de aardkorst en aan het aardoppervlak ten gevolge van een aardschok
Abiotisch	biotoop behorende tot de niet levende natuur
Afblazen	Het laten ontsnappen van gas naar de atmosfeer gedurende kortere tijd voor het drukvrij maken van de installatie bij onderhoudswerkzaamheden of onvoorziene omstandigheden.
(Af)fakkelen	het verbranden van gas
Alternatief	Andere wijze dan de voorgenomen activiteit om (in aanvaardbare mate) tegemoet te komen aan de doelstelling(en). De Wet milieubeheer schrijft voor, dat in een MER alleen alternatieven moeten worden beschouwd, die redelijkerwijs in de besluitvorming een rol kunnen spelen.
Autonome ontwikkeling	alle natuurlijke en kunstmatige toekomstige ontwikkelingen en activiteiten die men redelijkerwijs kan verwachten izonder de voorgenomen activiteit; het betreft alleen díe ontwikkelingen die redelijkerwijs kunnen worden voorzien

B

Basiskustlijn (BKL)	Kustlijn die in het kader van de kustlijnzorg zal worden gehandhaafd. In het algemeen de positie van de gemiddelde kustlijn op 1 januari 1990.
Beheer	Het geheel van activiteiten dat noodzakelijk is om te waarborgen dat de functies van de waterkering blijven voldoen aan de daarvoor vastgestelde eisen en normen.
Beoordelingsprofiel	Denkbeeldig minimum profiel van gedefinieerde afmetingen waarbinnen zich geen objecten bevinden, dat binnen het werkelijk aanwezige profiel moet passen en dat de garantie moet bieden dat de waterkering voldoende sterk is.
Berging	De hoeveelheid water die binnen een bepaald gebied kan worden vastgehouden in de bodem of in het oppervlaktewater.
Bestaande gasvelden	Ondergrondse structuren waarvan – middels proefboringen – is vastgesteld dat ze gasvoerend zijn.
Bevoegd gezag	de overheidsinstantie die bevoegd is het m.e.r.-plichtige besluit te nemen en die de m.e.r.-procedure organiseert

Bezinken	Het proces waarbij een sediment door een te geringe stroomsnelheid naar de bodem zakt.
Biotoop	Plaats waar een dier of plant geheel in zijn omgeving ingepast is / homogeen groei- of woongebied / Gebied met karakteristieke levensomstandigheden, gekenmerkt door een bepaalde flora en fauna.
Blow-out	uitbarsting → ongecontroleerde uitstroom van gas en condensaat of olie (in geval van een calamiteit)
Bodemdaling	Daling van het aardoppervlak als gevolg van gas onttrekking waarbij de gasvoerende laag wordt samengedrukt.
Bodemdalingsnelheid	Daling van het aardoppervlak per tijdseenheid als gevolg van gaswinning (onafhankelijk van compenserende sedimentatie).
Boezem	Het stelsel van met elkaar in open verbinding staande waterlopen en meren waarop het water van lager gelegen polders wordt uitgeslagen en dienend voor eventueel tijdelijke berging en lozing op het buitenwater.
Boorgruis	vermalen materiaal uit de ondergrond dat bij een boring vrijkomt
Boorlocatie	bovengrondse oppervlakte van waar de proefboring wordt uitgevoerd, ofwel de locatie van de boorinstallatie
Boorspoeling	boorvloeistof om de beitel tijdens het boren te koelen en vermalen gesteente aan de oppervlakte te brengen
Brak water	Water dat noch zout, noch zoet is. Het zit tussen deze twee categorieën in. Water met een chloridegehalte tussen 300 en 10.000 mg/l.
Branding	De plaats voor de kust waar de zee ondiep wordt en waar de golven steiler worden en vervolgens overslaan.
Brine	brijn, water dat door toevoeging van zout een hoog soortelijk gewicht heeft; wordt in de put gebracht om voldoende druk op het reservoir te zetten
BVKA	Bedrijfsvoorkeursalternatief; het voor de NAM economisch meest aantrekkelijke alternatief

C

Casing	verbuizing, bekledingsbuizen
Commissie m.e.r.	onafhankelijke commissie die het bevoegd gezag adviseert over de richtlijnen voor de inhoud van het MER en de beoordeling van de kwaliteit van het MER
Condensaat	vloeibaar mengsel van koolwaterstoffen dat bij de gasproductie vrijkomt bij afkoeling en drukverhoging
Cumulatief effect	Effect van verschillende vormen van milieu-invloeden tezamen, waarbij de gevolgen van de vormen afzonderlijk niet ernstig behoeven te zijn, maar van de verschillende vormen tezamen mogelijk wel.



D

dB	decibel → maat voor de omvang van geluidenergie ofwel geluidsterkte, die de verhouding weergeeft tussen de omvang (hardheid) en de hoogte (intensiteit)
dB(A)	decibel (A-gewogen) → maat voor de geluidsterkte gecorrigeerd naar de gevoeligheid van het menselijke oor
Deklaag	Een slecht doorlatende laag waarmee het geheel van oudere afzettingen aan het maaiveld wordt afgedekt.
Delta	Een afzetting voor de monding van een rivier of kust.
Dijkskwel	Kwel als gevolg van een verschil in waterstand aan weerszijden van de dijk.
Drainage	De afvoer van water uit de bodem, eventueel door middel van een stelsel van doorlatende buizen.
Drooglegging	Het hoogteverschil tussen de waterspiegel in een waterloop en het grondoppervlak.
Duiker	Kokervormige constructie die twee waterlopen met elkaar verbindt.
Duinvallei	Primair: een laagte tussen een oude zeereep en een nieuwe zeereep; een oorspronkelijke strandvlakte of vlak. Secundair: laagten die door winderosie zijn uitgeblazen tot het grondwaterniveau.
Duinvoet	De overgang van strand naar duin. De positie van de duinvoet in een dwarsprofiel wordt door veel beheerders gedefinieerd rmet behu!p van een in de tiid constante hoogtelijn (bijvoorbeeld NAP +3m).

E

Eb	Afgaand water, het dalen van de waterspiegel na de vloed.
Ecologie	leer van de betrekkingen tussen organismen onderling en tussen organismen en groepen van organismen en hun omgeving (relaties tussen planten, dieren en hun omgeving)
Ecologische waterkwaliteit	de kwaliteit van het oppervlaktewater uitgedrukt in het functioneren van de planten en dieren ten opzichte van elkaar en hun omgeving.
Effect	uitwerking op het milieu van de voorgenomen activiteit of één der in beschouwing genomen alternatieven
EHS	Ecologische Hoofdstructuur (aan elkaar geschakelde natuurgebieden)
Emissie	uitworp van stoffen of de geluidproductie van een bron of inrichting (de hoeveelheid die op een bepaald punt ontvangen wordt is de immissie)
Equivalent geluidniveau	het energetisch gemiddelde van de fluctuerende geluiddrukniveaus van het ter plaatse gedurende een bepaalde periode optredende geluid.

Erosie	De verplaatsing van materiaal door een bewegend medium, zoals water, ijs en de wind. Deze met puin beladen media hebben ook een afbrekende werking.
Estuarien	Betrekking hebbend op een estuarium.
Estuarium	Een trechtervormige riviermond (daar waar de rivier in de zee uitkomt) met een waterbeweging onder invloed van het getij. De belangrijkste kenmerken van een estuarium zijn de mengeling van zoet en zout water en het bestaan van hoog en laag water.
Etmaalwaarde	de hoogste van de volgende drie waarden: equivalent geluidniveau over de dagperiode, equivalent geluidniveau over de avondperiode + 5 dB, equivalent geluidniveau over de nachtperiode + 10 dB. Voor verdere definities van akoestische termen wordt verwezen naar http://www.sonus.nl/dutch/begrippen/omschra_e.html
Evaluatie	het onderzoeken of in een concreet geval de daadwerkelijk optredende gevolgen bij aanleg en gebruik van een activiteit binnen de grenzen blijven van de gevolgen die mede op basis van het milieueffectrapport ten tijde van het besluit werden verwacht en van de voorwaarden die deel uitmaken van dit besluit
Exploratieboring	Een boring met als doel het verzamelen van geologische, geofysische en chemische gegevens over de aanwezigheid van gas/olie om het later efficiënt te kunnen winnen.
Exploratieput	boorgat inclusief afsluiting na het uitvoeren van een exploratie boring
EZ	economische zaken

F

Fauna	De dierenwereld (van een gebied).
Flora	De plantenwereld (van een bepaalde regio).
Freatisch grondwater	Het water onder de grondwaterspiegel in een relatief goed doorlatende laag en boven een eerste slecht doorlatende of ondoorlatende laag.

G

Gaswinning	het uit de grond onttrekken van aardgas
GBI	Gas Behandelings Installatie
GDF	Gas Depletion Facility
Gedevieerd boren	Schuin boren.
Geluidshinder	gevaar, schade of hinder als gevolg van geluid
(Geluids)contour	(denkbeeldige) lijn langs een geluidsbron, die punten met eenzelfde geluidsniveau verbindt
Geomorfologie	De wetenschap die de vormen van het landschap en de processen die daarbij een rol spelen of hebben gespeeld, bestudeert.

Getijde	Het afwisselend rijzen (vloed) en dalen (eb) van het zeewater onder invloed van de door de zon en maan uitgeoefende aantrekkingskracht.
Geul	Eindresultaat van bodemerosie.
GPS	Global Positioning System (sateliet plaatsbepalingssysteem)
Grensmilieu	Een afscheiding in het landschap tussen zones, welke van het ene systeem naar het andere gaat. Bij een vage en geleidelijke overgang (gradiënt) van het ene milieu in het andere, treffen we de grootste diversiteit van soorten aan.
Grenswaarde	beleidsmatig vastgestelde norm waarmee beoogd wordt een minimaal beschermingsniveau van watersystemen te garanderen
Grondsoort	Materiaal waaruit de ondergrond bestaat: zand en klei bijv. In dit materiaal wordt een bodem gevormd.
Grondwater	Het water in de ondergrond dat spleten, holten en poriën vult.
Grondwaterkwel	Kwel als gevolg van een verschil in grondwaterstand en oppervlaktewaterpeil.
Grondwaterspiegel	De bovenzijde van de met water verzadigde zone in de bodem.
Grondwaterstroming	De stroming van water door de poriën tussen de gronddeeltjes.
Grondwatersysteem	De combinatie van water dat zich in de bodem en ondergrond beweegt en het materiaal waar het doorheen beweegt.

H

Habitat	leefgebied van een organisme of een levensgemeenschap
HDD-boring	Horizontal Deviated Drilling (horizontaal gestuurde boring)
Hydraat	kristalachtige ijsverbindingen

I

Immissie	concentratie op leefniveau
Infiltratie	Het indringen van water in de grond.
Intrusie	Het landinwaarts binnendringen van zeewater via watervoerende lagen.
Inundatie	Onder water raken van ofwel de begrenzing van een stroom of een ander oppervlaktewaterlichaam, ofwel van gebieden die normaal niet onder water staan.

J

JARKUS	Landelijk bestand met jaarlijkse diepte- en hoogtemetingen van de Nederlandse zandige kust.

K

Keur	Verordening met strafbepaling van een waterschap.
Keurgebied	Gebied waarop de keur van toepassing is.

Klei	Door chemische verwering ontstane minerale deeltjes , met een korrelgrootte kleiner dan 0,002 mm
Komberging	De mogelijkheid voor stromend water om bij opstuwing (door bijvoorbeeld vloed) een 'uitweg' te vinden. Door het vastleggen van rivierarmen met getijde-werking moet eenzelfde hoeveelheid water met een kleinere stroombedding genoegen nemen.
Kombergingsgebied	Getijde bekken achter een zeegat tussen twee waddeneilanden en tussen de wantijen die onder invloed van de getijdenstromen afwisselend vol- en leeglopen.
Kreekrug	Lage wal, die zijn ontstaan dankt aan de in en langs de bedding van een kreek optredende relatief sterke sedimentatie en/of ontstond doordat bij de vorming van de kreek ter weerszijden daarvan veenmassa's voor de erosie gespaard bleven en vervolgens door ontwatering of bedekking (of moernering) gingen inklinken.
Kritiek grensprofiel	Grensprofiel dat aan de landwaartse zijde van het duin is gesitueerd. Als het kritiek grensprofiel doorbreekt, is het duin als totaal bezweken.
Krw	Europese kaderrichtlijn water.
Kwel	1) het uittreden van grondwater aan het grondoppervlak of in waterlopen, 2) opwaartse stroming van grondwater tussen watervoerende pakketten.
Kwelder	Buitendijkse afzettingen van zand en slib met daarop een natuurlijk gevestigde vegetatie die bestand is tegen regelmatige overstromingen door zout water o.i.v. van het getij.
Kwelder of Schor	Buitendijks gebied langs de zeekust dat alleen nog bij zeer hoge vloed wordt overstroomd. In Zuidwest-Nederland is de term "schor" gebruikelijk.
Kwelderwal	Een zandige rug op een kwelder, ontstaan tijdens stormvloed.
Kwelflux	Het volume grondwater dat uittreed

L

Lagune	Door een rif of schoorwallen bijna of geheel afgesloten deel van de zee.
Legger	Document waarin is omschreven waaraan de (primaire) waterkering moet voldoen naar richting, vorm, afmeting en constructie en waarin de keurbegrenzingen worden weergegeven.



M

Meest milieu-vriendelijk alternatief	alternatief waarbij de best bestaande mogelijkheden ter bescherming van het vriendelijke alternatief milieu worden toegepast (Wet milieubeheer); aangezien het hier gaat om een (MAA) alternatief, gelden dezelfde beperkingen die zijn omschreven voor andere alternatieven: dat betekent dat het niet louter een referentie is (de ideale oplossing voor het milieu) maar behoort tot de alternatieven die redelijkerwijs bij de besluitvorming een rol spelen
MER	Milieu Effect Rapport (het product van een m.e.r.).
M.e.r.	Milieueffectrapportage; een hulpmiddel bij de besluitvorming, dat bestaat uit het maken, beoordelen en gebruiken van een MER en het evalueren achteraf van de gevolgen voor het milieu van de uitvoering van een mede op basis van dat MER 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
Methanol	chemische verbinding die wordt gebruikt om vriespunt te verlagen en water te binden bij gasproductie
Milieu	het geheel van en de relaties tussen water, bodem, lucht, mensen, dieren, planten en goederen (Wet milieubeheer)
Milieueffecten	gevolgen van een activiteit voor het fysieke milieu, gezien vanuit het belang van de bescherming van mensen, dieren, planten, goederen, water, bodem, lucht en de relaties daartussen, evenals de bescherming van esthetische, natuurwetenschappelijke en cultuurhistorische waarden (Wet milieubeheer)
MMA	meest milieuvriendelijk alternatief
Monitoring	het uitvoeren van metingen met een bepaalde doelstelling en volgens een bepaalde strategie

N

NAP	Normaal Amsterdams Peil. Een NAP-hoogte van 0 m is ongeveer gelijk aan gemiddeld zeeniveau
Nbw	Natuurbeschermingswet
NER	Nederlandse emissierichtlijn
Nm^3	normaal kubieke m gas. Het volume bij 273,15 K en 101,324 kPa. Referentieconditie te gebruiken voor metingen en berekeningen.
NOx	stikstofoxiden
NRB	Nederlandse Richtlijn Bodembescherming
Nutriënten	Voedingsstoffen.

O

Ontpolderen	Een poldergebied weer teruggeven aan de zee / zee-arm waardoor het invloed ondergaat van de getijden. Het kan een manier zijn om de komberging van de zee-arm te vergroten en daarmee de kans op dijkdoorbraken te verkleinen. De polder zal veranderen in een nieuw schorren- en slikkengebied.
Ontwatering	De afvoer van water uit percelen naar een stelsel van waterlopen, over en door de grond en eventueel door drainagebuizen en greppels.
Ontwerpstormvloed	Zeer zware stormvloed waarbij een juist veilig dwarsprofiel van een duinenkust net niet doorbreekt. De toelaatbare bezwijkkans van een duinenkust met een primaire waterkeringsfunctie is gelijk aan 1/10 maal de gemiddelde jaarlijkse overschrijding.
Oppervlaktewatersysteem	Het geheel van beken , sloten, waterlopen, plassen en meren.
Opwas	Door sedimentatie ontstaan eiland in een rivier of zeearm.

P

Piekafvoer	Hoogste afvoer tijdens of na een regenperiode.
Piekgeluid	impulsachtig geluid
Plaatsgebonden risico	onder plaatsgebonden risico op plaats p, veroorzaakt door een inrichting, wordt verstaan: de kans per jaar die een persoon die zich op plaats p bevindt, zou hebben om dodelijk te worden getroffen door enig ongeval binnen de inrichting, als de persoon zich continue, dus 24 uur per etmaal, zonder bescherming tegen de schadelijke gevolgen van het ongeval op die plaats zou bevinden. Voorheen genoemd persoonlijk risico.
PKB	Planologische Kernbeslissing waarin de hoofdlijnen van het rijksbeleid (geïntegreerd beleid) met betrekking tot een bepaald gebied is opgenomen.
Plaat	Een bij normale eb, onbegroeide, droogvallende op- of aanwas die aan de oppervlakte zandig is.
Polder	In het gebied overwegend omdijkte stukken land, gewonnen op de zee meestal nadat deze door opslibbing een hoger gelegen schor had gevormd.
Potentiaal drukverschil	De hoogte van een waterkolom boven een referentieniveau. Bij twee punten met verschillende potentiaal zal op een gelijke diepte ten opzichte van het referentieniveau een verschillende spanning heersen. Als gevolg van dit drukverschil zal er stroming plaatsvinden van het punt met hoge potentiaal naar het punt met lage potentiaal.
Profiel van vrije ruimte	Vrij te houden ruimte voor het blijvend kunnen realiseren van de waterkerende functie van een kering, ook in de toekomst.



R

Regressie	Een zeewaartse verschuiving van de kustlijn.
Reliëf	De oneffenheden tussen twee punten op het aardoppervlak.
Reservoir	ondergrondse poreuze en doorlaatbare steenformatie waarin olie en/of gas is opgeslagen
Richtlijnen	de door het bevoegd gezag na het vooroverleg te bepalen wenselijke inhoud van het op te stellen milieueffectrapport
Risico	het product van de kans op het optreden van een incident en het ongewenste effect van dat incident

S

Schoonproduceren	Het doel van schoon produceren is de in de put aanwezige vloeistof en vaste deeltjes te verwijderen, opdat daarna representatieve tests met betrekking tot het productiepotentieel kunnen worden uitgevoerd (zie bijlage 2 van het MER)
Schor	Buitendijks gebied dat alleen bij uitzonderlijk hoog water overstroomt. Geheelbegroeide op- of aanwas. Elders in Nederland ook wel gors of kwelder.
Sediment	Het door bewegend ijs, stromend water of de wind achterlaten van het door deze transporterende media meegenomen los materiaal. Sedimentatie treedt op als de genoemde media niet meer in staat zijn het materiaal verder te vervoeren, wat bijvoorbeeld weer het geval is als hun snelheid vermindert of ze grotere hoeveelheden puin krijgen te verwerken.
Selnering	Turf afgraven voor de winning van zout. Dit gebeurde in gebieden waar het veen doordrenkt was van zout, o.a. in Friesland.
Silt	Sedimentdeeltjes tussen 2 en 63 micron in doorsnee.
Slikken	Onbegroeide op- of aanwas van een kustgebied, die bij eb normaal droogvalt en aan de oppervlakte uit enigszins kleiig materiaal bestaat.
SO_2	zwaveldioxide
Spuien	Het periodiek afvoeren van water doormiddel van een spui-sluis, doorgaans door het opbouwen van voldoende hoogteverschil waardoor een krachtige waterstroom ontstaat
Startnotitie	eerste product in de m.e.r.-procedure, waarmee de voorgenomen activiteit bekend wordt gemaakt (wat, waar en waarom) en waarin de milieueffecten globaal worden aangeduid

Steltlopers	Vogelsoort die voedselgebieden vindt op slikken, platen en schorren. Ze eten vooral bodemdiertjes. De vorm van de snavel is aangepast aan de prooi. Met hun lange poten (stelten) kunnen de vogels langer op de zandplaten blijven als het hoogwater wordt. Daarna zullen ze een hoogwatervluchtplaats (vaak karrevelden en inlagen) zoeken om te overtijen. Voorbeelden van steltlopers; scholekster, grutto, wulp, kluut en zilverplevier.
Stijghoogte	De som van de drukhoogte en plaatshoogte overeenkomend met de afstand van het peil dat met een tensiometer kan worden gemeten, tot het referentieniveau ten opzichte waarvan de plaatshoogte is bepaald.
Strandwal	In het Holoceen (na het afsmelten van het ijs na de laatste ijstijd) gevormde zandbank, evenwijdig aan de (huidige) kust, die bij normale getijden boven water uitstak (door de branding van de zee op een schoorwal gevormde rug die bij eb gedeeltelijk droog ligt). Hierop hebben zich duinen gevormd (ze dragen de jonge duinformaties). Landwaarts van deze jonge kustformaties ligt plaatselijk nog een groep strandwallen met lage duinen.
Stroomafwaarts	Richting van bron naar monding.
Stroomgebied	Het gebied dat afwatert op een bepaalde beek of waterloop.
Stroomopwaarts	Richting van monding naar bron.

T

Testen	Na iedere exploratie boring dient de put getest te worden gedurende enkele dagen. De belangrijkste doelen bij het testen van exploratieputten zijn de bepalingen van capaciteit en productiviteit van het gasveld.
Transgressie	Een landwaartse verschuiving van de kustlijn.

V

VA	zie Voorgenomen aktiviteit
Verbuizing	systeem van buizen dat in het boorgat wordt aangebracht, waarvan de maten afnemen met de diepte van de boorput
Verdieping	Het dieper maken van de vaargeul, zodat de havens voor grotere schepen met meer diepgang onafhankelijk van het tij bereikbaar zijn.
Verzilting	Het proces waarbij zout zich concentreert in de bovenste laag van de bodem. Veelal ontstaat verzilting doordat bij een toevoer van water in een warm gebied het water verdampt warbij de in het water opgeloste stoffen achterblijven.
Voorgenomen activiteit	datgene wat volgens de startnotitie het initiatief inhoudt, ook wel VA
Voorkeursalternatief	gekozen uitvoeringsmethode



W

Wad	Uit zandig materiaal bestaande onbegroeide opwas in het waddengebied die bij eb droogvalt.
Waddengebied	Wordt hier gebruikt als het 'PKB-Waddenzeegebied' inclusief (natuur)gebieden grenzend aan de Waddenzee zelf.
Waterkeringszone	Zone in het duingebied (en eventueel landwaarts daarvan) die als waterkering wordt aangemerkt en door de waterkeringbeheerder wordt beheerd (ook wel beheersgebied; keurzone).
Waterscheiding	De grens tussen twee stroomgebieden.
Wbb	Wet bodembescherming
Wetland	Waterrijk natuurgebied.
Wm	Wet milieubeheer
Work over	work-over werkzaamheden omvatten een uitgebreid pakket taken die gericht zin op putten ondergronds af te werken, te onderhouden en/of te repareren. Bij work-over werkzaamheden wordt gebruik gemaakt van een soortgelijke installatie waarmee boringen worden verricht (zie bijlage 2 van het MER)
Wro	Wet op de ruimtelijke ordening
Wvo	Wet verontreiniging oppervlaktewateren

Z

Zand	Minerale deeltjes met een korrelgrootte van 0,05 - 2 mm. Ook wel: 63 tot 2000 micron, afhankelijk van de gehanteerde indeling.
Zandhonger	Hoeveelheid sediment die nodig is om een daling van de bodem en zeespiegelstijging te compenseren.
Zavel	Een zandige klei.
Zeehonden	Er zijn in totaal bijna 30 verschillende soorten van dit zoogdier. In het studiegebied komt de Gewone zeehond (Phoca Vitulina) voor.
Zeereep	Een direct aan de kust liggende zeewerende duinenrij.
Zeespiegelstijging	Relatieve zeespiegelstijging is het gecombineerde effect van stijging van de zeespiegel en daling van het land.
Zomerpolder	Polder gelegen buiten de primaire zeewering (Deltadijk).
Zoutgradiënt	Ontstaat door vermenging van zoet en zout water in Waddenzee / Lauwersmeer.



Aantekeningen