

Formulier aanvraag instemming wijziging winningsplan

Dit formulier dient ervoor om te zorgen dat de aanvraag om instemming voldoet aan de eisen die de Mijnbouwwet en Mijnbouwbesluit aan het opstellen van een winningsplan stelt. Indien de ruimte op het formulier te beperkt is dan kan worden verwezen naar een bijlage.

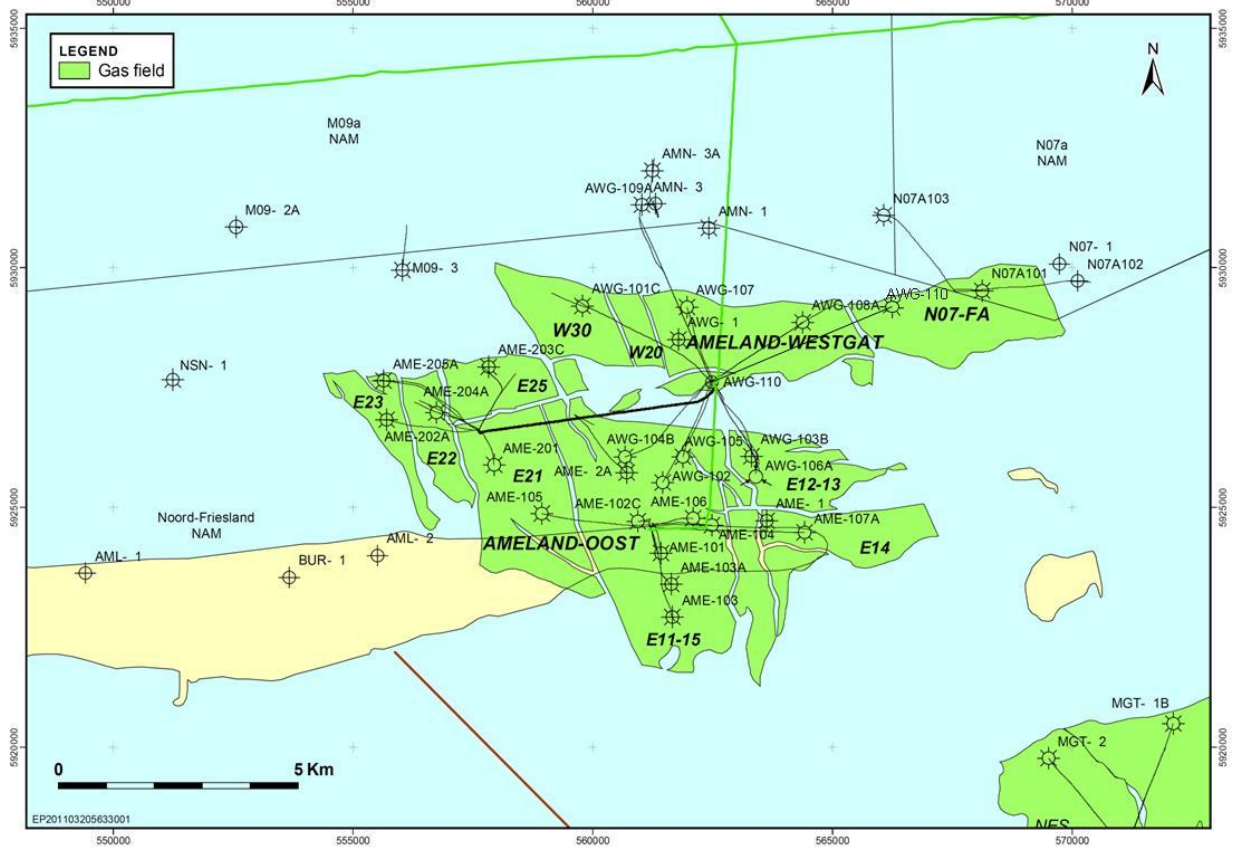
Indienen in zesvoud bij:
Ministerie van EL&I
Directie Energieproductie
Postbus 20101
2500 EC DEN HAAG

<u>Artikel</u> 1)	<u>Onderwerp</u>	<u>Beschrijving</u>
Mw 34 lid 1	Winningsplan Ameland 2011 (WP 2011) Verzoek om instemming wijziging winningsplan Ameland 2003 (ME/EP/UM/4025919 d.d. 18-06-2004)	<input type="checkbox"/> een winningsplan voor voorkomens in het continentaal plat vanaf de 3 zeemijlszone <input checked="" type="checkbox"/> een wijziging van het winningsplan voor voorkomens Ameland-Oost (AME) en Ameland-Westgat (AWG) in verband met productie uit blok W30, E23 en een aanpassing van het statische, dynamische en het bodemdalingsmodel. Ameland-N07FA is in 2011 aangeboord en wordt medio 2011 in productie genomen. Omwille van de leesbaarheid zijn de wijzigingen integraal opgenomen in het vigerende winningsplan.
	A) Algemene gegevens	
	A1.1) Naam indiener	Nederlandse Aardolie Maatschappij BV
	A1.2) Adres	Postbus 28000 9400 HH Assen
	A1.3) Contactpersoon	J.P. van de Water
	A1.4) E-mail	pieter.vandewater@shell.com
	A1.5) Tel/Fax	0592-362688/363939
Mw 22	A1.6) Indiener	<input checked="" type="checkbox"/> is houder van de vergunning <input type="checkbox"/> is uitvoerder
	A2) Winningsvergunninggebieden	- Noord-Friesland KB17-2-1969 (AWG, AME1, AME2) - N07a (AWG-110)
Mw 34 lid1 Mb 24lid 1a	A2.1) Voorkomens koolwaterstoffen	Ameland-Oost (inclusief AME-205 (E23)) Ameland-Westgat (inclusief AWG-101 (W30)) Ameland-N07FA (inclusief AWG-110)
Mb 24 lid 1a	A2.2) Soort koolwaterstof die wordt gewonnen	<input type="checkbox"/> olie <input checked="" type="checkbox"/> hoog calorisch gas <input type="checkbox"/> Groningen kwaliteit gas <input type="checkbox"/> laag calorisch gas <input type="checkbox"/> zwavelhoudend gas <input type="checkbox"/> condensaat
Mr 1.2.1 lid 3	A3) Bestaande of nieuwe winning	<input checked="" type="checkbox"/> winningsplan voor reeds bestaande winning (inclusief voorziene uitbreiding) <input checked="" type="checkbox"/> winningsplan voor nieuwe winning (N07FA)

Mw 38	A4) Samenloop Wm-vergunningen	
	Vergunning wet milieubeheer - AWG - AME2 - AME1 - Melding aansluiting putten	aangevraagd September, 2010 April, 2011
		Verleend 1995 2007 1983/2011

B) Bedrijfs- en productiegegevens

Mw 35 lid 1



B.1. Korte beschrijving van de winning

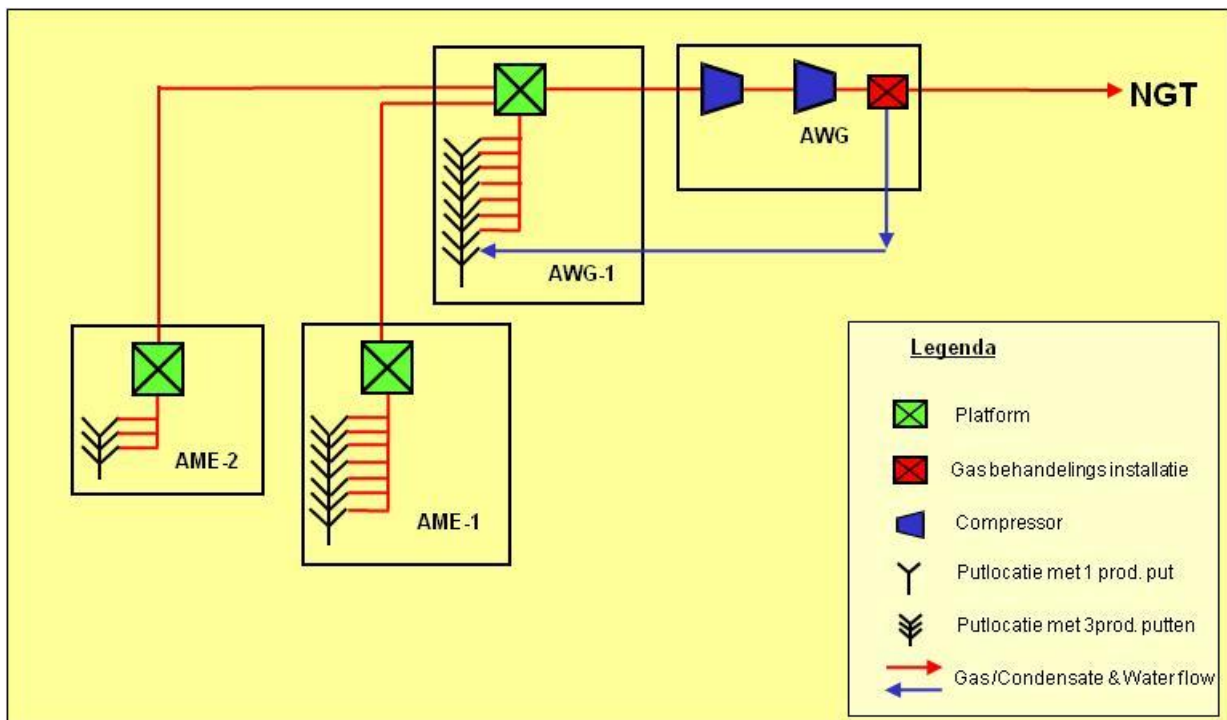
De ondergrondse gasvelden (voorkomens) Ameland-Oost en -Westgat worden geproduceerd via het moederplatform Ameland-Westgat (hierna te noemen AWG) en de satellieten AME1 (landlocatie) en AME2. De voorkomens produceren sinds 1986. De verwachte (economische) einddatum van de productie is tussen 2030 en 2035. Op AWG wordt het gas van de betrokken gasvelden gedroogd en het hierbij vrijkomende productiewater teruggevoerd in de diepe ondergrond via de waterinjectieput AWG-106A. Het gas wordt via de NGT pijpleiding afgevoerd naar Uithuizermeeden.

Sinds 2007 wordt uit blok W30, de westelijke continuering van Ameland-Westgat, gas geproduceerd via put AWG-101C (zie bovenstaande kaartje).
 In 2007 is vanaf het AME-2 platform de put AME-205 geboord in blok E23. In 2009 is deze put "ge-sidetracked" (AME-205A), getest en is een winbaar gasvolume aangetoond. Omdat put AME-205A technische onvolkomenheden had is de put wederom ge-sidetracked (AME-205B) en eind 2010 in productie genomen. Medio 2011 is AWG-110 (Ameland-N07FA) die vanuit de AWG locatie naar het N07FA voorkomen is geboord in productie genomen.
 Het Ameland Noord voorkomen zoals in het winningsplan 2003 genoemd is sinds 2002 niet meer in productie en daarom ook niet meegenomen in dit winningsplan.

Mw 35
lid 1c
Mb 24
lid 1c,d

B1.1) Beschrijving van wijze van winning door middel van mijnbouwwerken

De gasstromen komen via de satellietlocaties tezamen op het AWG platform. Hier wordt het gas gedroogd en gecompriëerd. Het gas wordt geëvacueerd via de Noord Gas Transport (NGT) pijpleiding en het productiewater wordt via de (niet producerende) gasput AWG-106 geïnjecteerd in de reservoir formatie. De putten AWG-101C, AME-205B en AWG-110 worden geproduceerd via voornoemd systeem.



Mb 24
lid 1a

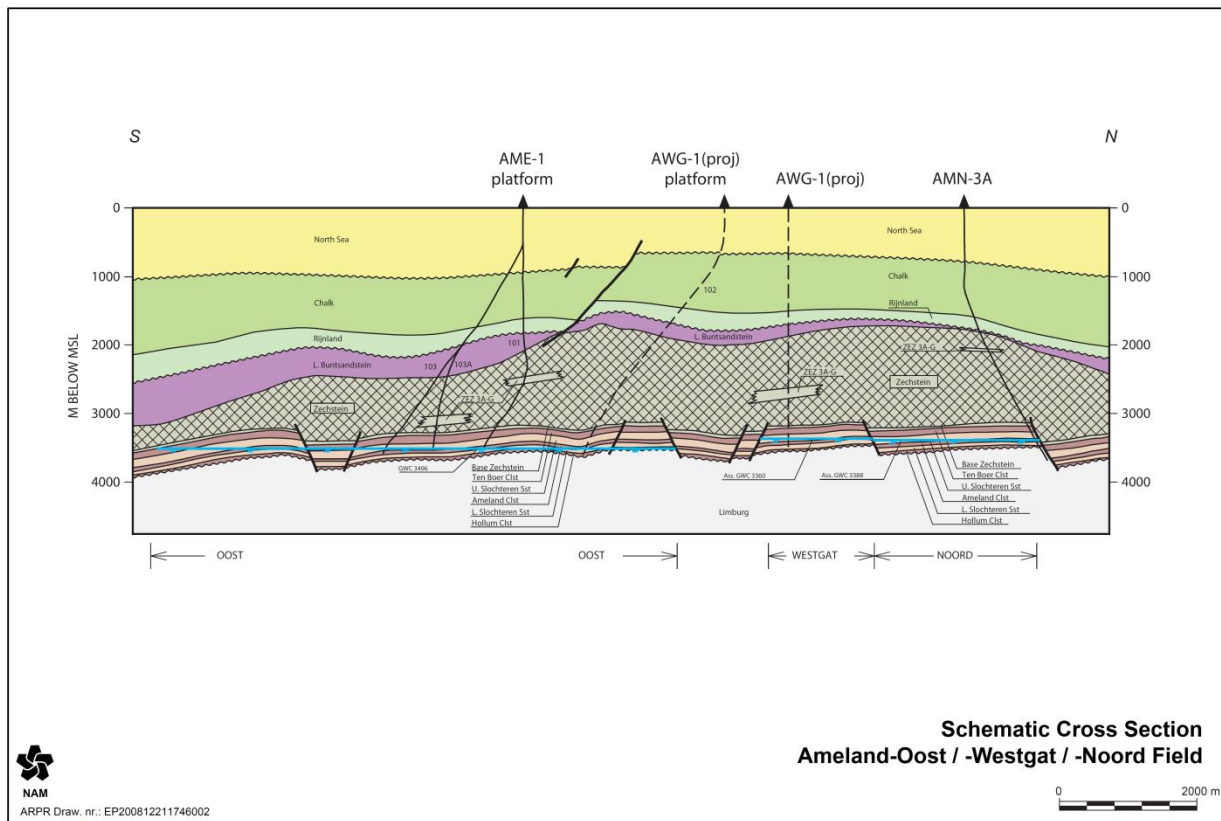
B2) Geologische beschrijving van de voorkomens

Het gas is gevormd in de koollagen van het geologische tijdperk Carboon. Vervolgens is het gas gemigreerd naar bovenliggende zandsteenlagen in het Rotliegend. De voorkomens worden afgesloten door het zout van de Zechsteinformatie.

Mb 24
lid 1a
Mb 24
lid 1b

B2.1) Geologische doorsnede van de voorkomens

De navolgende tekening geeft de geologische doorsnede door het gasveld Ameland-Oost weer. De geologische doorsnede van het gasveld Ameland-Westgat en Ameland-N07FA is hiermee vergelijkbaar.



Mw 35
lid 1a
Mb 24
lid 1d,e

B3) Overzicht ligging voorkomens and gasputten

Hieronder een overzicht van de putten in de voorkomens Ameland-Oost, Ameland-Westgat en Ameland-N07FA.

Putnaam	Afkorting	Blok	Voorkomen	Status	Spud date
AMELAND-WESTGAT-110	AWG-110	N07	AMELAND - N07FA	PRODUCTION	2011-01-24
AMELAND-OOST-205B	AME-205B	E23	AMELAND-OOST	PRODUCTION	2010-06-09
AMELAND-OOST-107A	AME-107A	E14	AMELAND-OOST	PRODUCTION	1997-12-28
AMELAND-OOST-204A	AME-204A	E22	AMELAND-OOST	PRODUCTION	1992-06-22
AMELAND-OOST-106	AME-106	E11-E15	AMELAND-OOST	PRODUCTION	1989-11-07
AMELAND-OOST-105	AME-105	E11-E15	AMELAND-OOST	PRODUCTION	1985-10-23
AMELAND-WESTGAT-105	AWG-105	E21	AMELAND-OOST	PRODUCTION	1985-05-30
AMELAND-WESTGAT-104B	AWG-104B	E11-E15	AMELAND-OOST	PRODUCTION	1984-12-06
AMELAND-OOST-104	AME-104	E11-E15	AMELAND-OOST	PRODUCTION	1984-11-30
AMELAND-OOST-103A	AME-103A	E11-E15	AMELAND-OOST	PRODUCTION	1984-10-04
AMELAND-WESTGAT-102	AWG-102	E11-E15	AMELAND-OOST	PRODUCTION	1984-02-14
AMELAND-OOST-102C	AME-102C	E11-E15	AMELAND-OOST	PRODUCTION	1984-01-31
AMELAND-OOST-101	AME-101	E11-E15	AMELAND-OOST	PRODUCTION	1982-11-25
AMELAND-OOST-201	AME-201	E21	AMELAND-OOST	PRODUCTION	1978-06-17
AMELAND-WESTGAT-106A	AWG-106A	E12-E13	AMELAND-OOST	INJECTOR	2005-04-09
AMELAND-WESTGAT-101C	AWG-101C	W30	AMELAND-WESTGAT	PRODUCTION	2007-10-22
AMELAND-WESTGAT-108A	AWG-108A	W10	AMELAND-WESTGAT	PRODUCTION	1997-11-05
AMELAND-WESTGAT-107	AWG-107	W10	AMELAND-WESTGAT	PRODUCTION	1992-03-29

Mb 24
lid 1e
Mb 24
lid 1g

B3.1) Situering mijnbouwwerken



Ameland Oost 1

Longitude E 005 55 15.048

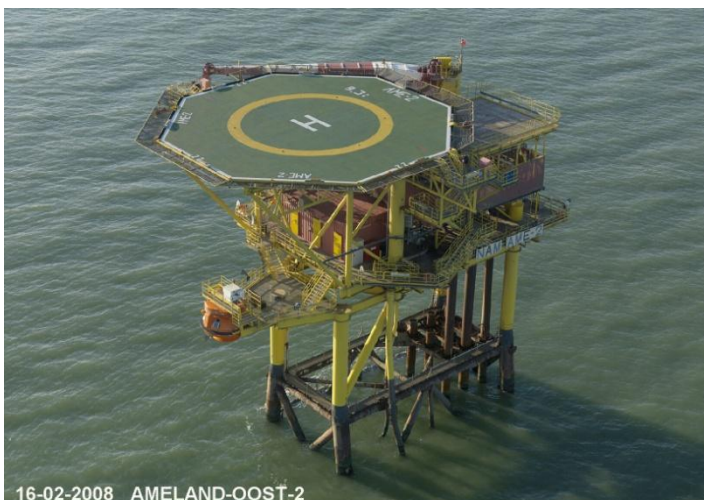
Latitude N 53 27 54.328



Ameland Westgat

Longitude E 005 56 25.465

Latitude N 53 29 31.178



Ameland Oost 2

Longitude E 005 52 01.116

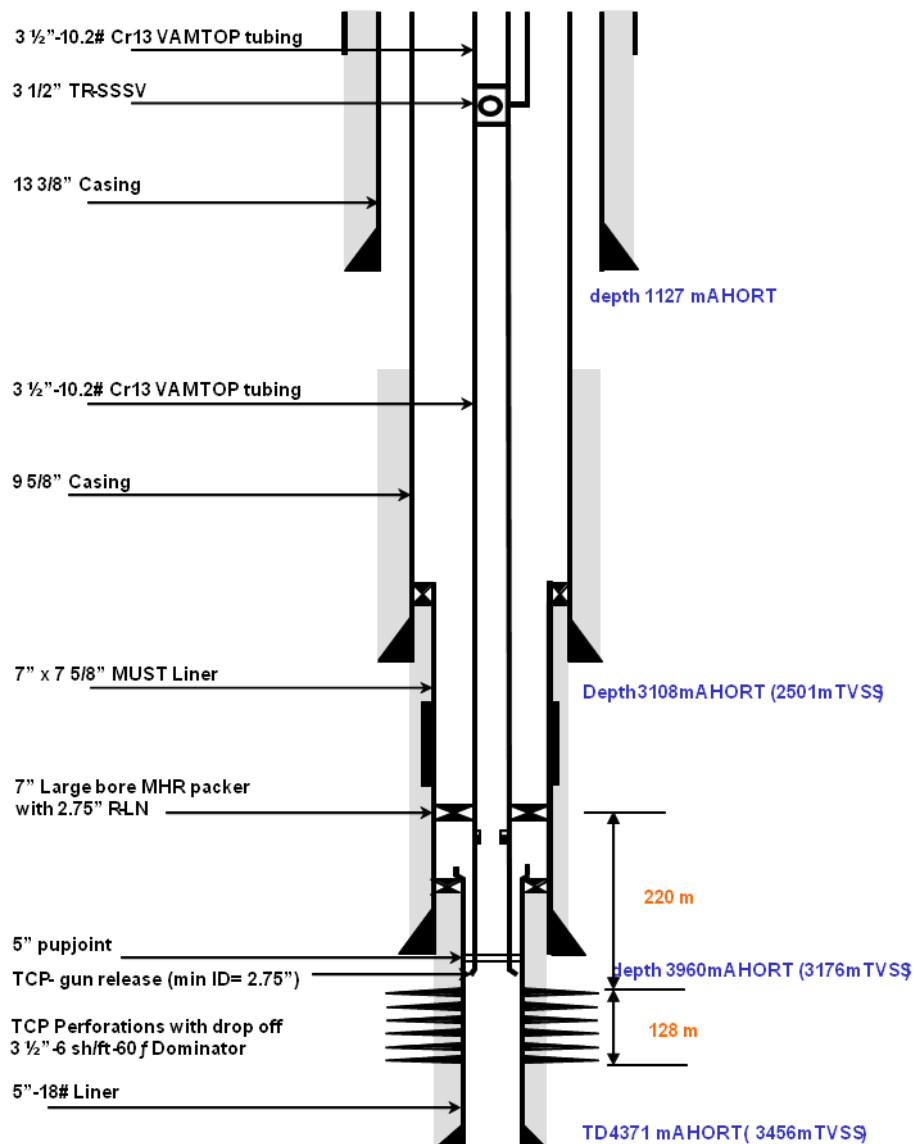
Latitude N 53 29 00.390

Mb 24 lid 1e Mb 24 lid 1f	B4) Overzicht boringen in de voorkomens Zie B1 en B3.
------------------------------------	---

Mb 24
lid 1g
Mb 24
lid 1h

B4.1) Putverbuizing en plaats waar koolwaterstoffen in verbuizing treden

Getoond voorbeeld laat het verbuizingsschema voor AME-205B zien. Net als de bestaande Ameland putten (inclusief AME-101C), is ook deze put tussen de 3200 en 3600 meter diep en verbonden met de gashoudende Rotliegend formatie door perforaties in de verbuizing op een diepte van circa 3400 m.



Mb 24
lid 2

B5) Productieontwikkelingsstrategie

De gehele gasstroom wordt via de compressor afgevoerd. Indien de compressor niet beschikbaar is kan een gedeelte van het gas direct naar de export pijpleiding gevoerd worden. Ook eventuele nieuwe hoge drukputten kunnen buiten de compressor om naar de NGT pijpleiding gevoerd worden.

De winning zal worden beëindigd indien de (directe en indirecte) kosten van de winning de opbrengsten van de winning zullen overtreffen dan wel zoveel eerder indien door onvoorziene technische, geologische of geofysische oorzaak voortzetting van de winning op enigerlei schaal niet plaats kan vinden.

De verwachte recovery percentages voor de producerende voorkomens zijn respectievelijk:

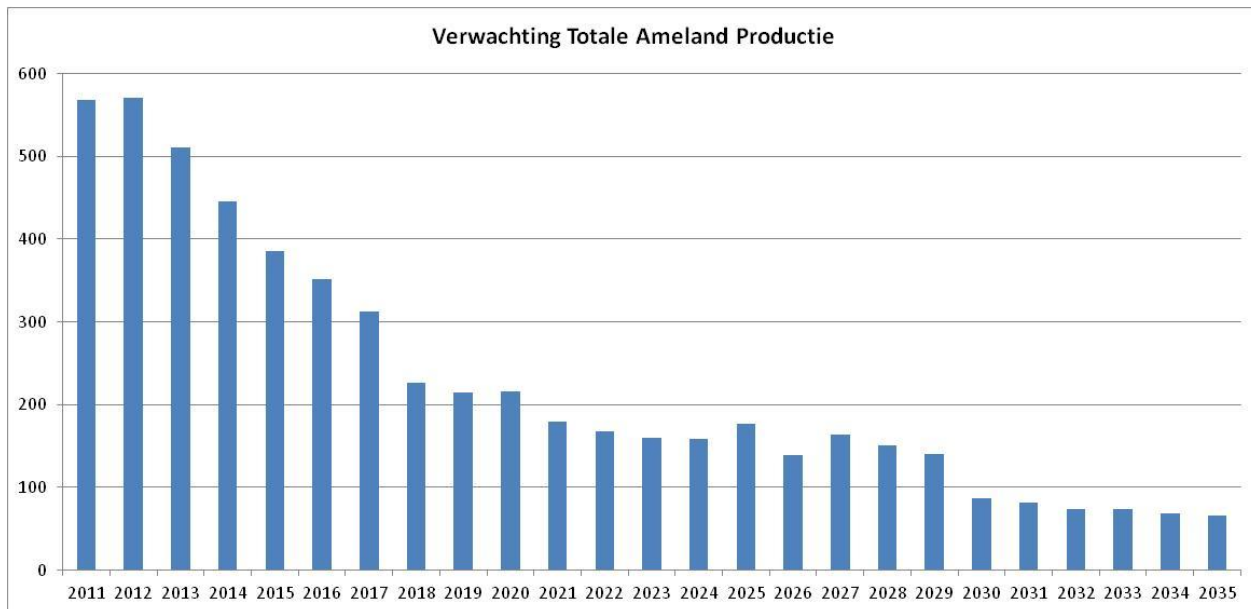
Ameland-Oost: 85%
Ameland-Westgat: 82%
Ameland-N07FA: 40%

Deze recovery percentages zijn onder voorbehoud van technische en economische haalbaarheid

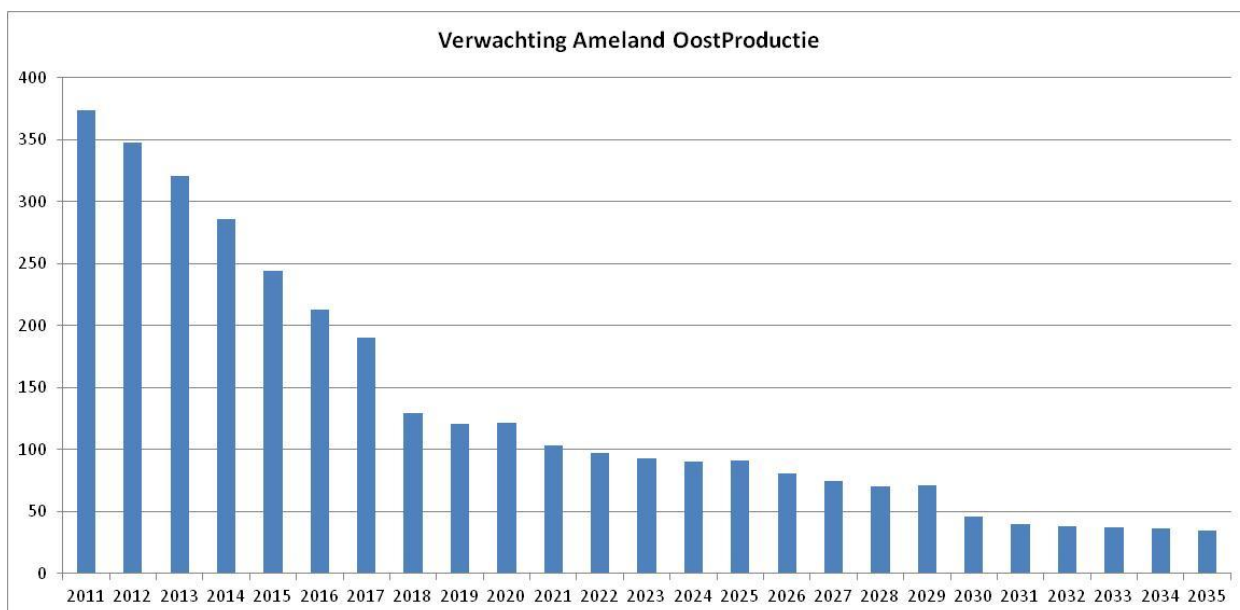
	Voor Ameland-N07 FA betreft dit de winning uit AWG-110, Toekomstige putten en stimuleringsmaatregelen kunnen de recovery factor voor N07FA verhogen maar zijn nu nog niet voorzien en afhankelijk van de nog te meten productie data uit de AWG-110 put.
Mb 24 lid 2	B5.1) Productiefilosofie Sinds 1991 is de zogenaamde tail-end rule in het Gas-sales contract van kracht. Dit houdt in dat de gasvoorkomens geproduceerd kunnen worden met een loadfactor van 0.91, hetgeen in de praktijk betekent dat het veld bijna constant op maximale capaciteit geproduceerd wordt.
Mb 24 lid 2	B5.2) Reservoirmanagement De winning vindt plaats middels natuurlijke depletie en toepassing van compressie, alsmede door gebruik van "velocity strings". Deze strings worden geïnstalleerd in de putten: AME-102, AME-105, AME-107, AWG-101 and AWG-108. Deze "velocity strings" moeten door middel van verkleining van de radius van de tubing de liftsnelheid verhogen waardoor het verwateren van putten wordt tegengegaan en de gasproductie verder wordt geoptimaliseerd. Een andere techniek die uitgevoerd wordt is het zogenaamde schuimen (Foam injection) waarbij een schuim middel in de put wordt gebracht zodat het gas met behulp van zeepbellen wordt geproduceerd. Bij de schatting van de einddrukken in C2 is rekening gehouden met de effecten van deze methodes.

Mw 35 lid 1a Mw 35 lid 1d Mb 24 lid 1a	B5.3) Omvang van de winning (hoeveelheden per voorkomen per jaar) De huidige verwachting van de hoeveelheid te produceren gas is in de hiernavolgende grafiek en tabel weergegeven, voor zowel Ameland totaal als ook de voorkomens Ameland-Westgat, Ameland-Oost en Ameland-N07FA apart. De onzekerheidsmarge rond de productie volumes per jaar is groot en afhankelijk van ondermeer de nieuw aan te sluiten productieputten. Tevens is het gedrag van de bestaande putten bij de lage drukken die optreden wanneer het veld bijna leeg is, moeilijk te voorspellen. Afwijkingen van de voorspelling door onvoorziene omstandigheden van reservoir technische en/of economische aard zijn mogelijk zowel qua fasering als verwachte hoeveelheid productie. Als hierdoor de bodemdaling prognose wezenlijk verandert, zal er een verzoek om instemming met een gewijzigd winningsplan worden ingediend. Voor het modelleren van de productie verwachting is een statisch model doorgerekend dat zich baseert op een seismische studie uit 2009. De top structuur kaart van deze seismische interpretatie is meegenomen in het statische reservoir model alwaar 45 putten zijn gebruikt om het model met verschillende parameters in te vullen. De belangrijkste parameters die met hun onnauwkeurigheden in het model zijn meegenomen zijn: <ul style="list-style-type: none"> - Topstructuur kaart - Gaswater contact - Intra-veld compartimentalisatie - Reservoir kwaliteit zoals porositeit, verzadiging en permeabiliteit - Aantal en diktes van hoge porositeit zones. De statische modellen zijn toen verder genomen in de dynamische reservoir simulator. In het dynamische modellering proces werden de geproduceerde volumes (variabel in tijd) en de daarbij behorende drukdaling gekoppeld met het statische model en de daarin variërende reservoir parameters. Hier zijn de onzekerheden grondig onderzocht met behulp van de zogenaamde "Experimental Design" technologie. Deze techniek stelt de onderzoeker in staat snel de invloed van bepaalde parameters te bepalen om tot een "History Match" te komen. De volgende parameters zijn meegenomen om het dynamische model te begrenzen: <ul style="list-style-type: none"> - Permeabiliteit (vertikaal, horizontaal en relatieve) - Aquifer bijdrage - Gas water contact - Productiviteit van putten. De meest optimale koppeling van alle data (dynamisch en statisch) met inachtneming van hun onzekerheden mondt uit in een model dat de volgende productie voorspelling voor de verschillende voorkomens doet.
---	---

Voorkomens :

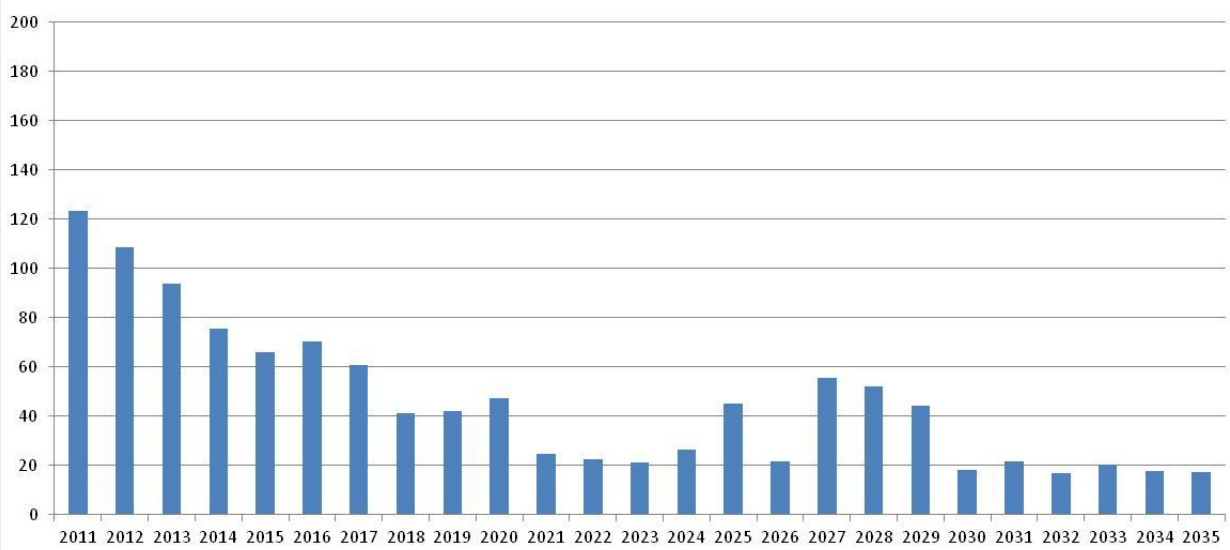


Jaar	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(mln m3/jaar)	568	570	511	445	385	352	313	227	214	216	179	168	159
Jaar	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
(mln m3/jaar)	159	177	139	164	151	140	86	81	73	74	69	66	



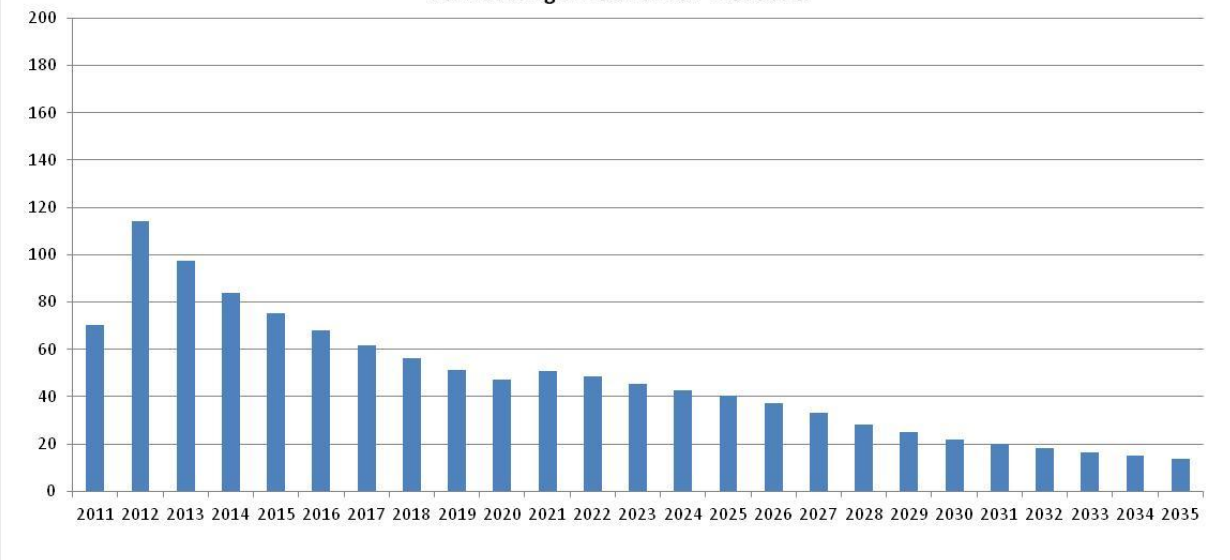
Jaar	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(mln m3/jaar)	374	348	320	286	244	213	190	129	121	122	104	97	93
Jaar	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
(mln m3/jaar)	90	91	80	75	70	71	46	40	38	37	36	35	

Verwachting Ameland Westgat Productie

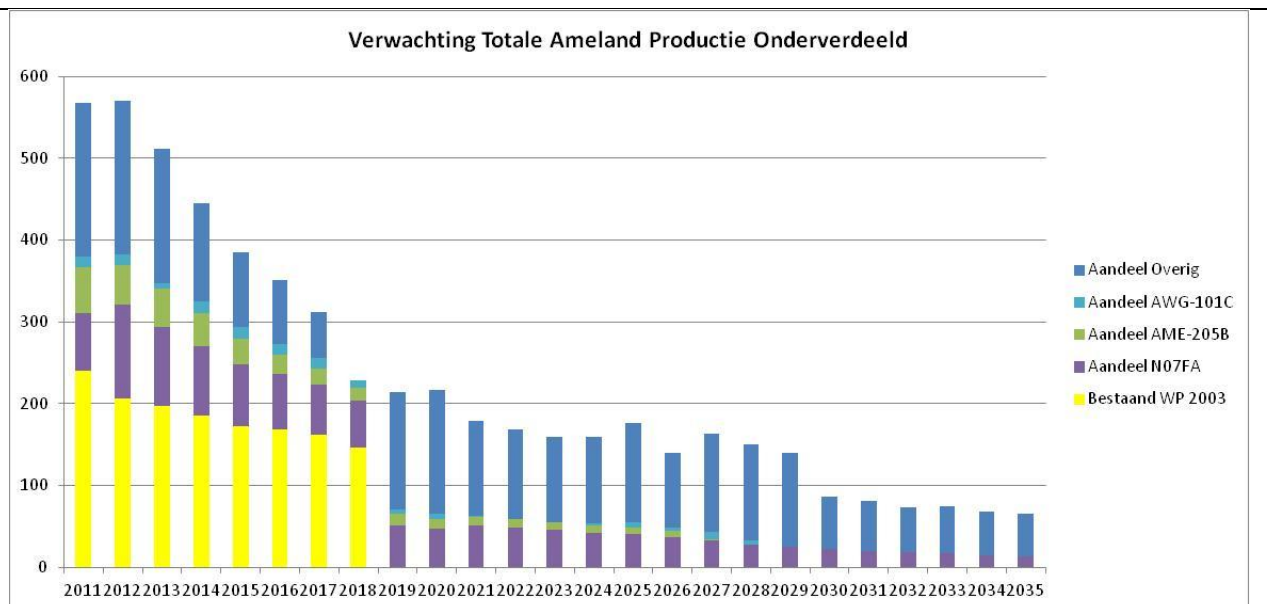


Jaar	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(mln m3/jaar)	123	109	94	75	66	71	61	41	42	47	25	22	21
Jaar	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
(mln m3/jaar)	26	45	22	56	52	44	18	22	17	20	18	17	

Verwachting Ameland N07 Productie



Jaar	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(mln m3/jaar)	70	114	97	84	75	68	62	56	51	47	51	49	45
Jaar	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
(mln m3/jaar)	43	40	37	33	28	25	22	20	18	17	15	14	



In bovenstaande figuur is de productie verandering ten opzichte van het 2003 winningsplan gegeven. De gele bars geven het WP 2003 volume aan terwijl daar bovenop de extra productie wordt weergegeven met de herkomst vermeld in de legenda. Het aandeel overig is afkomstig uit de in 2003 al bestaande putten die beter produceren dan verwacht.

De productie uit nieuwe putten is als volgt weergegeven :

N07FA

Jaar	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(mln m3/jaar)	70	114	97	84	75	68	62	56	51	47	51	49	45
Jaar	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
(mln m3/jaar)	43	40	37	33	28	25	22	20	18	17	15	14	

AME-205B

Jaar	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(mln m3/jaar)	57	49	46	41	31	24	19	16	14	12	11	10	9
Jaar	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
(mln m3/jaar)	9	8	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	

AWG-101C

Jaar	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(mln m3/jaar)	13	13	7	15	15	14	13	9	5	6	1	0	0
Jaar	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
(mln m3/jaar)	3	7	3	10	4	0	0	0	0	0	0	0	

Mw
35
lid
1b

B5.4) Duur van de winning

Ameland-Westgat, Ameland-N07FA en Ameland-Oost

De winning zal worden beëindigd indien de (directe en indirecte) kosten van de winning de opbrengsten van de winning zullen overtreffen dan wel zoveel eerder indien door onvoorziene technische, geologische of geofysische oorzaak voortzetting van de winning op enigerlei schaal niet plaats kan vinden. Zie ook B1.

Ten gevolge van het in productie nemen van de blokken E23, W30 en N07FA zal de duur van de gaswinning Ameland naar verwachting circa 17 jaar toenemen ten opzichte van het vigerende winningsplan, WP2003.

Ameland-Oost

De eindduur van de winning voor Ameland-Oost wordt mede bepaald door toepassing van het Hand Aan de Kraan (HAK) principe omdat deze winning bodemdaling in de Waddenzee veroorzaakt, zie Sectie C.

Mb 24 lid 1i	B6) Stoffen die jaarlijks worden mee geproduceerd		
	Met de gasproductie worden water en condensaat mee geproduceerd en gescheiden van de gasstroom. Het water wordt geïnjecteerd in de diepe ondergrond en het condensaat wordt afgevoerd via de gastransportleiding. De geproduceerde hoeveelheid water en condensaat is afhankelijk van de gasproductie.		
	De hoeveelheid condensaat wordt gegeven door de Condensaat Gas Ratio (CGR) en het water door de Water Gas Ratio (WGR). In onderstaande tabel is een overzicht van de CGR en WGR gegeven.		
		CGR [m ³ MMNm ³]	WGR [m ³ MMNm ³]
	Ameland-Oost	15	45
Ameland-Westgat	6	7	
Ameland-N07FA	6	7	

Mb 24 lid 1i	B7) Jaarlijks eigen gebruik bij winning De geschatte hoeveelheid gas voor eigen gebruik is circa 30 mln Nm ³ per jaar.
Mb 24 lid 1j	B8) Jaarlijks bij winning afgeblazen/afgefakkelde koolwaterstoffen In beginsel wordt tijdens normale gasproductie geen restgas afgefakkeld of afgeblazen. Het restgas wordt d.m.v. een compressor teruggevoerd in de installatie.
Mb 24 lid 1k	B9) Jaarlijks bij winning in de ondergrond terug te brengen delfstoffen en andere stoffen Momenteel wordt jaarlijks circa 18000 m ³ water dat bij de winning vrij kwam terug geïnjecteerd. In de toekomst zal dit enigszins toenemen door verdere verwatering.

	<p>C) Gegevens inzake bodembeweging</p>
Mw 35 lid 1f	<p>C1) Aard van de bodembeweging</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> bodemdaling Door de winning van koolwaterstoffen uit olie- en gasvoerende gesteentelagen zal de druk in de poriën van het gesteente verminderen waardoor compactie van de olie- en gasvoerende lagen optreedt. Dit manifesteert zich aan de oppervlakte in de vorm van bodemdaling.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> bodemtrilling Compactie van de olie- en gasvoerende lagen kan onderlinge beweging tussen gesteentelagen veroorzaken. Dit kan zich soms aan de oppervlakte manifesteren in de vorm van bodemtrillingen.</p>
Mb 24 lid 1m	<p>C2) Bodemdalingscontour (uiteindelijk verwachte mate van bodemdaling)</p> <p>Gebaseerd op beschikbare gegevens over de ondergrond en het productiescenario zoals beschreven in sectie B5.3 van dit winningsplan is een prognose voor de bodemdaling ten gevolge van gaswinning voor de in dit winningsplan beschreven voorkomens opgesteld.</p> <p>Nieuw Ameland bodemdalingsmodel (WP2011)</p> <p>Bodemdalingsmetingen op het eiland Ameland en in de Waddenzee geven aan dat de bodemdaling zoals voorspeld door het model dat gebruikt is in WP2003 geen bevredigende passing meer geeft. In de Waddenzee voorspelt het WP2003 model te veel bodemdaling terwijl de daling in het centrum van de bodemdalingkom onderschat wordt. Mede in verband hiermee is een nieuw geomechanisch model voor Ameland opgezet dat de gemodelleerde bodemdaling beter in overeenstemming brengt met de vanaf 1986 gemeten bodemdaling. De in B5.3 genoemde nieuwe geologische en reservoir dynamische modellen liggen ten grondslag aan dit geomechanische model. De belangrijkste aanpassingen zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> • actualisering van het geologische en dynamische reservoir model van het gebied. • het inbrengen van een op diffusie gebaseerd compactiemechanisme voor het reservoir. Dit mechanisme wordt hieronder verder beschreven. • het inbrengen van een kruip mechanisme in de steenzout laag boven het reservoir. Ook dit mechanisme wordt hieronder verder beschreven. <p>Diffusie mechanisme in het reservoir</p> <p>De resultaten van bodemdalingmetingen op Ameland en in de Waddenzee laten zien dat de bodemdaling in de beginfase van de productie een zekere vertraging heeft ten opzichte van de drukdaling in het veld. Aan het einde van de productie lijkt hier het omgekeerde te gebeuren : de bodemdaling stopt niet direct bij beëindiging van de productie (o.a. Houtenbos, A.P.E.M. (2007) Subsidence and gas production: an empirical relation). Een mogelijke verklaring van deze observatie is dat er een diffusie proces optreedt in het reservoir.</p> <p>De compactie bij gasproductie uit een reservoir wordt gestuurd door drie parameters: de dikte van het reservoir, de drukdaling in het reservoir en de compactiecoëfficiënt, welke een maat is voor de stijfheid van het reservoir. In eerste benadering, wanneer geen rekening wordt gehouden met het bovengenoemde diffusie gedrag, wordt voor compactie modellering de drukdaling gebruikt, zoals berekend met het dynamische reservoirmodel. Dit model gaat echter uit van een gemiddelde permeabiliteit en zowel de hoge als de lage waarden van de permeabiliteit worden daardoor niet goed gerepresenteerd. In werkelijkheid zal het gas langzamer toestromen uit die delen van het reservoir waar de permeabiliteit lager is. In deze delen zal, i.v.m. de hogere poriedruk, de waarde voor de stijfheid van het gesteente hoger zijn dan in de delen waar het gas wel is weggestroomd. Daardoor gedraagt het reservoir zich in de beginfase van de productie stijver. In de eindfase van de productie zal de drukdaling juist doorgaan in de delen met lage permeabiliteit. Dit veroorzaakt een doorgaande, maar afnemende, compactie terwijl het dynamische reservoirmodel geen (gemiddelde) drukdaling meer laat zien.</p> <p>In eerdere compactiemodellering voor Ameland werd een bi-lineair compactiemodel gebruikt. Dit model geeft een goede passing met de bodemdaling in de beginfase van de productie maar geeft geen goede passing met de langer doorgaande bodemdaling aan het einde van de productie, zoals nu waargenomen boven Ameland-Oost. Door toepassing van het diffusie mechanisme past zowel de beginfase als de eindfase. De diffusie komt uiteindelijk tot uitdrukking in de volumerek van het reservoirgesteente die, vervolgens, de bodemdaling veroorzaakt.</p>

De volumerek, e_{ii} , op een punt, \mathbf{x} , en tijdstip, t , in het reservoir kan dan worden beschreven door het product van de drukverandering, Δp , en de uniaxiale compactiecoëfficiënt, c_m , geconvolveerd in tijd, $*_t$, met een “time decay” functie: $\frac{1}{\tau} \exp\left[-\frac{t}{\tau}\right]$ met t in jaren en τ de “time decay” constante.

$$e_{ii}(\mathbf{x}, t) = \Delta p(\mathbf{x}, t) c_m(\mathbf{x}, t) *_t \frac{1}{\tau} \exp\left[-\frac{t}{\tau}\right]$$

Op basis van de meest optimale kalibratie met de beschikbare metingen volgt voor deze voorkomens een waarde van 5 jaar voor de “time decay” constante.

De doorzetting van de bodemdaling, nadat de drukdaling nagenoeg gestopt is, zou ook veroorzaakt kunnen zijn door een “worst case” compactie scenario gebaseerd op “structural collapse” van het gesteente zoals waargenomen in kalksteen velden. Dit scenario is tot nu toe echter niet beschreven in de literatuur voor gecementeerde zandsteen reservoirs en is ook niet waargenomen in laboratorium-experimenten op Rotliegend gesteente, die zijn uitgevoerd voor representatieve spanningspaden (o.a. Holt, 2011, Core damage corrected compaction modelling: Development and application of a method for determination of yield onset during compaction). Om deze redenen wordt de kans op een versnelling van de bodemdaling veroorzaakt door dit mechanisme als “laag” ingeschat. Dit neemt niet weg dat de NAM dit mechanisme in de komende jaren nader zal onderzoeken. In hetzelfde onderzoek zal ook aandacht worden besteed aan verdergaande en langdurige compactie door “kruip” in het reservoir gesteente. Een eerste aanwijzing voor de importantie van dit mechanisme volgt uit geodetische metingen boven het “Roswinkel” veld. InSAR metingen boven dit veld tonen aan dat de bodemdaling aanvankelijk doorging na beëindiging van de productie, maar dat deze inmiddels niet meer toeneemt.

Zoutkruip

Boven de gasvelden in Noord Nederland bevindt zich een dikke steenzoutlaag. Ditzelfde zout wordt gewonnen onder de bodem van Noord Friesland. Het is bekend dat steenzout onder differentiële belasting langzaam gaat stromen (of kruipen). “Breunese, J.N., van Eijs, R.M.H.E., de Meer, S., Kroon, I.C Observation and prediction of the relation between salt creep and land subsidence in solution mining. The Barradeel Case, 2003” beschrijft de relatie tussen de zoutwinning en de bodemdaling, evenals de snelheid en de vorm van dit vloeigedrag. Gegevens uit deze studie zijn gebruikt om ook het vloeigedrag van het steenzout onder Ameland te beschrijven.

De reksnelheid van het zout wordt, gegeven de druk en geïnduceerde differentiële spanningen, gedomineerd door oplossingskruip (Spiers et al., 1990; Experimental determination of constitutive parameters governing creep of rocksalt by pressure solution) en beschreven door de volgende formule:

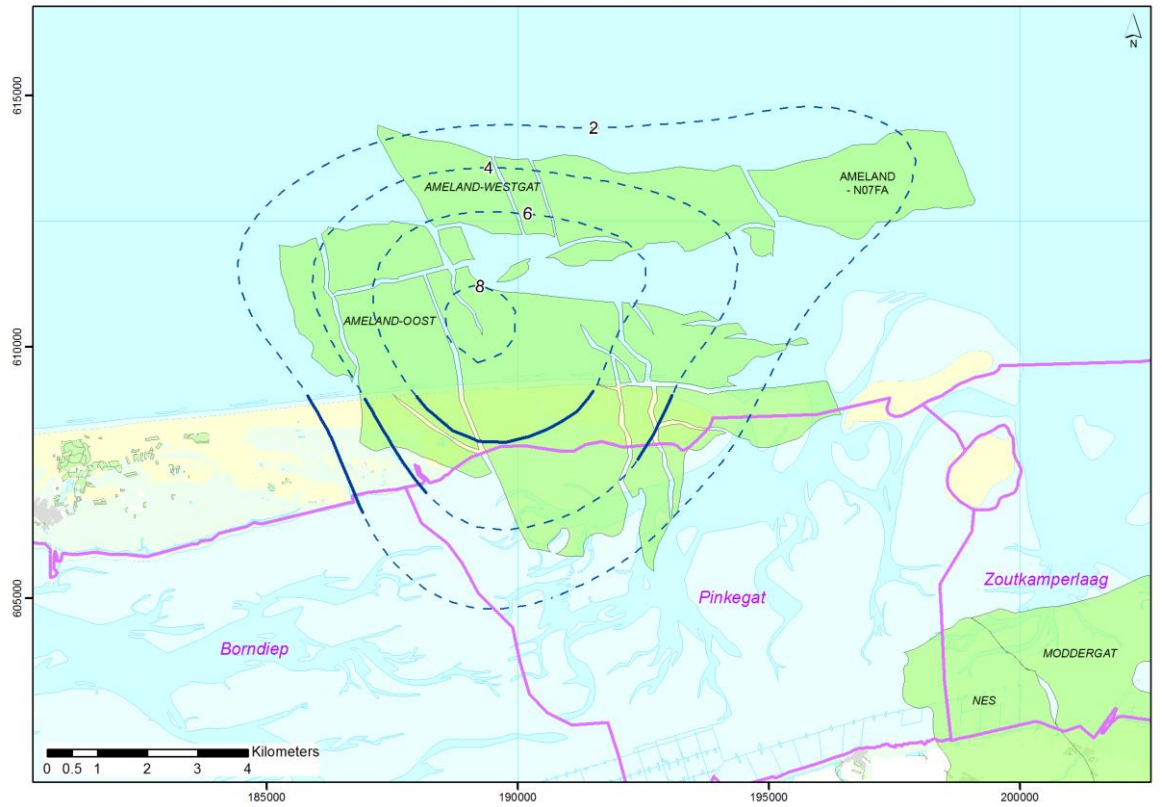
$$\dot{\epsilon} \rightarrow A \left(\frac{\sigma}{\sigma_0}\right) \exp\left(\frac{-Q}{R \cdot T}\right)$$

Waarbij de waarde van de activatie energie gedeeld door de gasconstante (Q/R) gelijk is aan 3007 K. De waarde voor A ($1,69E-09 \text{ s}^{-1}$) is voor Ameland op basis van kalibratie bepaald.

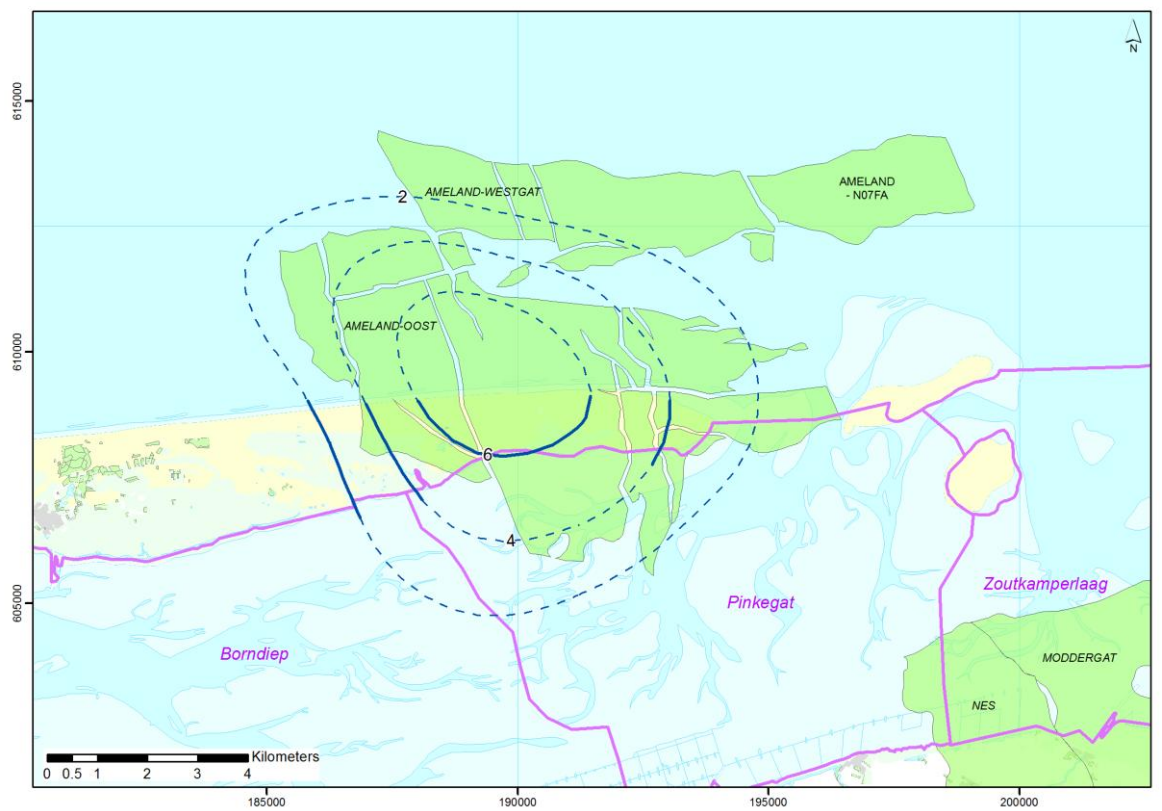
Met het basis scenario van het verbeterde geomechanische Ameland model WP2011 wordt een verbeterde overeenkomst verkregen tussen gemodelleerde en de gemeten bodemdaling in tijd en plaats sinds de start van de gasproductie in 1986, zowel in het centrum van de bodemdalingskom als in de Waddenzee (zie figuur C5).

Prognose

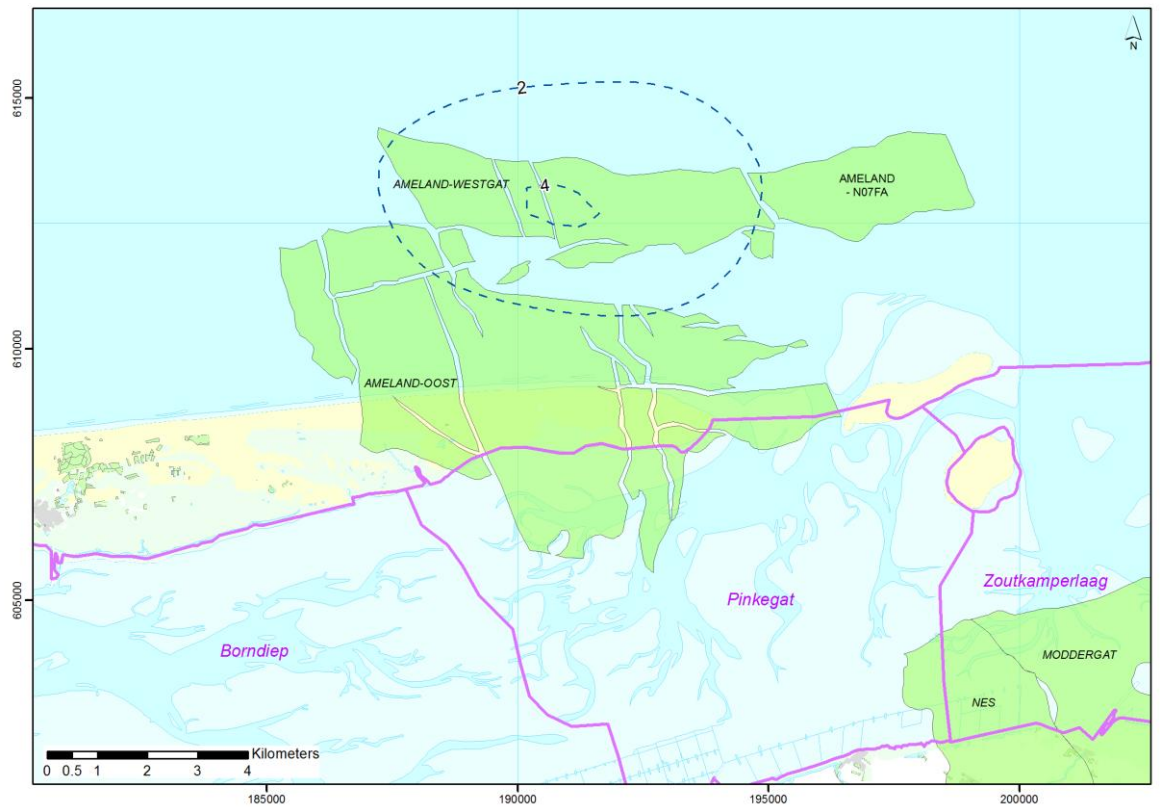
Gebaseerd op beschikbare gegevens over de ondergrond en het productiescenario zoals beschreven in sectie B5.3 van dit winningsplan is een prognose gemaakt voor de tot 2050 (cumulatief) nog te verwachten bodemdaling door gaswinning uit de beschreven voorkomens (zie figuur C1). Figuur C2, Figuur C3 en Figuur C4 geven de contouren voor de bodemdaling door productie uit de afzonderlijke voorkomens. De toename van het bodemdalingsvolume in het kombergingsgebied Pinkegat over de periode 2011-2050 veroorzaakt door productie uit het Ameland-Oost voorkomen is ca. 0,48 mln. m^3 .



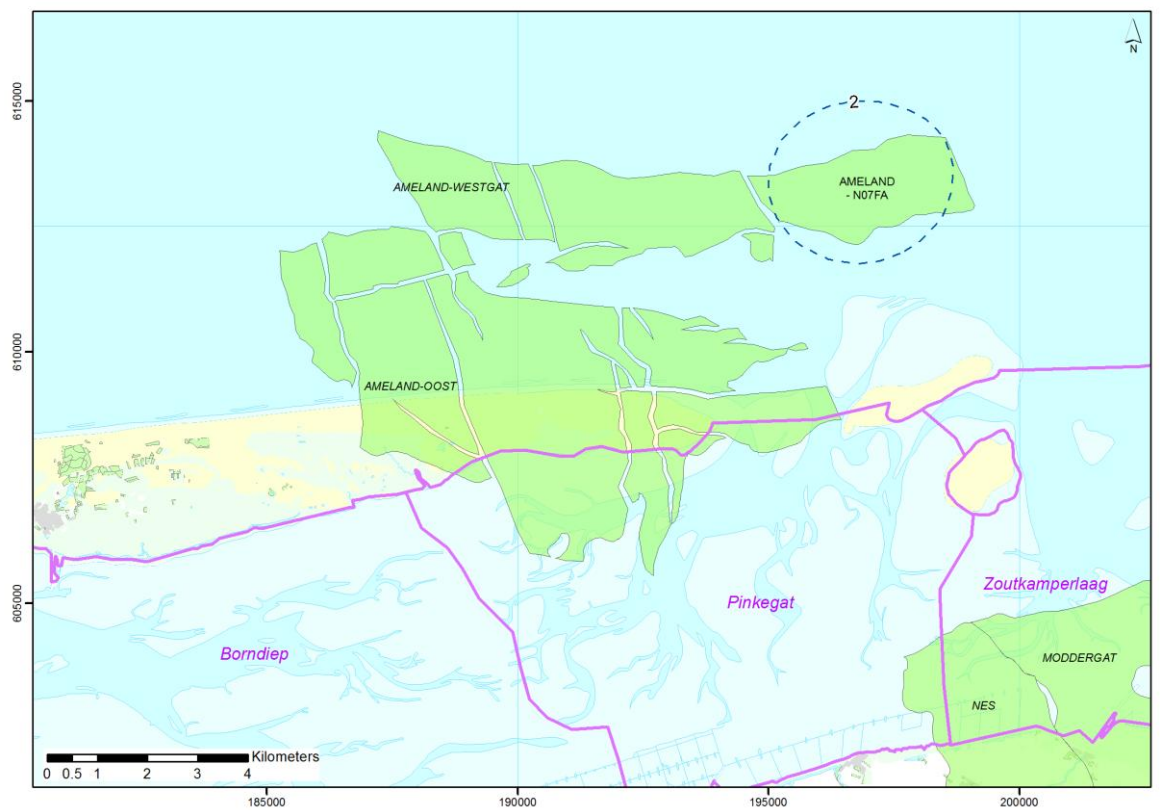
Figuur C1 Nog te verwachten totale bodemdaling in cm (2011-2050) ten gevolge van gaswinning uit de Ameland voorkomens.



Figuur C2 Nog te verwachten bodemdaling in cm (2011-2050) ten gevolge van gaswinning uit het Ameland-Oost voorkomen



Figuur C3 Nog te verwachten bodemdaling in cm (2011-2050) ten gevolge van gaswinning uit het Ameland-Westgat voorkomen.



Figuur C4 Nog te verwachten bodemdaling in cm (2011-2050) ten gevolge van gaswinning uit het Ameland-N07FA voorkomen.

Om een indruk te krijgen van de orde van grootte van de te verwachten bodemdaling, kunnen gemiddelde waarden voor de modelparameters worden gebruikt, zoals weergegeven in onderstaande tabel. In werkelijkheid is de verdeling van parameters en geometrie van de structuur veel complexer,

hetgeen gehonoreerd wordt in de modellering die door NAM is uitgevoerd.

	Ameland-Oost	Ameland-Westgat	Ameland-N07FA
Diepte veld [m]	3300	3250	3350
Dikte reservoir (depleterend) [m]	110	80	50
Initiële Druk [bar]	570	570	570
Druk in 2011 [bar]	100	300	570
Eind druk [bar]	30	30	270
R _{max} [km]	5	3,5	2
R _{min} [km]	3	1	1
C _m [10 ⁻⁵ bar ⁻¹]	1	0,8	0,8

C2.1) Verloop bodemdaling in tijd

In deze sectie wordt aandacht besteed aan de huidige status en het verwachte verloop in tijd van de bodemdaling ten gevolge van winning uit het in dit winningsplan beschreven voorkomens Ameland-Oost, Ameland-Westgat en Ameland-N07FA gecombineerd met de effecten van winning uit naburige gasvelden. Voor het verloop van de bodemdaling in tijd in de Waddenzee en op Ameland wordt uitgegaan van het nieuwe geomechanische bodemdalingsmodel van Ameland zoals beschreven in sectie C2.

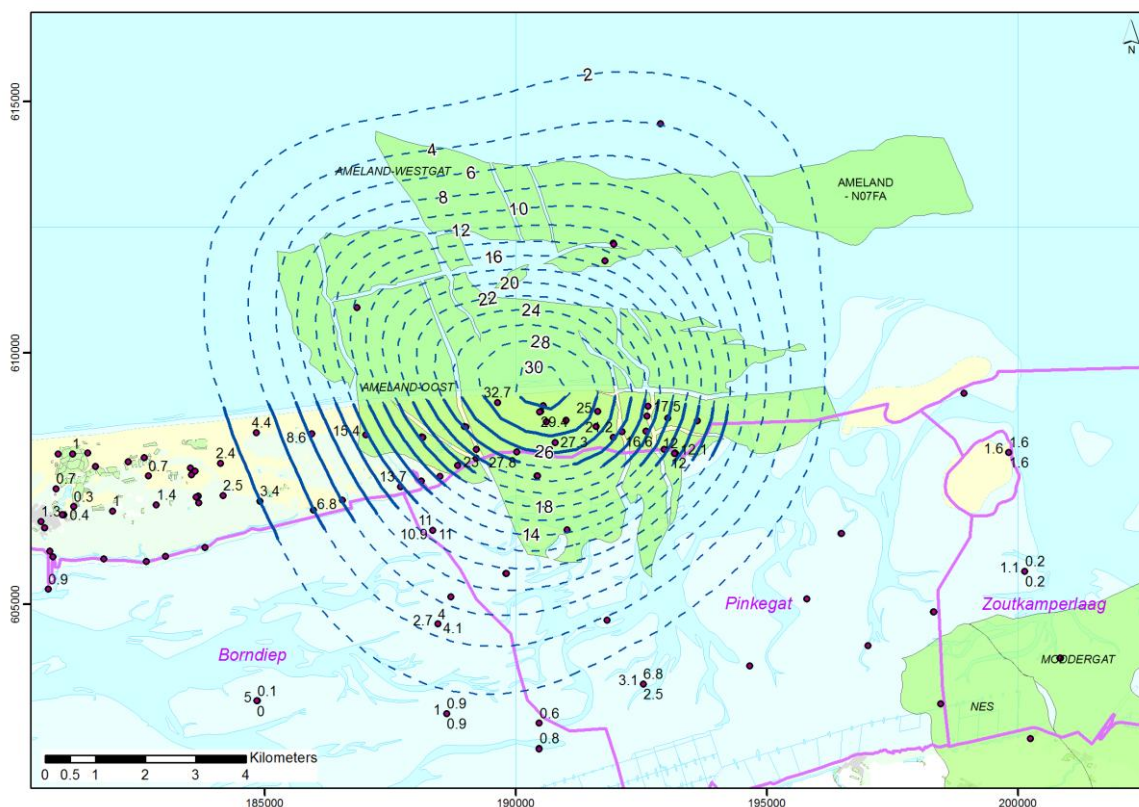
De meest recente uitgebreide bodemdalingsmeting en -analyse in dit gebied heeft plaatsgevonden in het jaar 2009 (Rapportage van de nauwkeurigheidswaterpassing Ameland 2009. Ref. EP200908314223, GPS Survey NAM Waddenzee, april 2010 en Hoogte aansluiting GPS meting Waddenzee 2009). In figuur C5 wordt de in 2009 gemeten daling (sinds de nulmeting in 1986) op de peilmerken weergegeven samen met de contouren van de gemodelleerde bodemdaling. Het uiteindelijke in dit winningsplan gepresenteerde bodemdalingsmodel met bijbehorende waarden voor de parameters is geselecteerd op basis van een aantal criteria:

- Minimaliseren van de totale fout (RMS) tussen metingen en model, waarbij alle combinaties van meetseries gebruikt worden
- Best mogelijke passing met de gemeten bodemdalingssnelheid (GPS, meetpunten) over de periode 2006-2009

De bodemdaling volgend uit het model dat het beste voldoet aan bovengenoemde criteria (het basis scenario) wordt weergegeven in figuur C5.

Het is mogelijk dat in de toekomst de druk van de watervoerende lagen onder en rondom de Ameland voorkomens toch verder zal dalen, waardoor de belasting op de kombergingsgebieden kan toenemen. Het is echter onwaarschijnlijk dat een dergelijke verhoogde drukdaling op korte termijn een bedreiging zal vormen voor de in paragraaf C4.4 getoonde gebruiksruimte in de kombergingsgebieden.

Toekomstige metingen moeten uitsluitsel geven over het werkelijke gedrag van de watervoerende lagen. Eventuele aanpassingen gebaseerd op voortschrijdend inzicht zullen worden vermeld in toekomstige jaarlijkse rapportages van de Meet- en Regelcyclus voor de Waddenzee voorkomens.

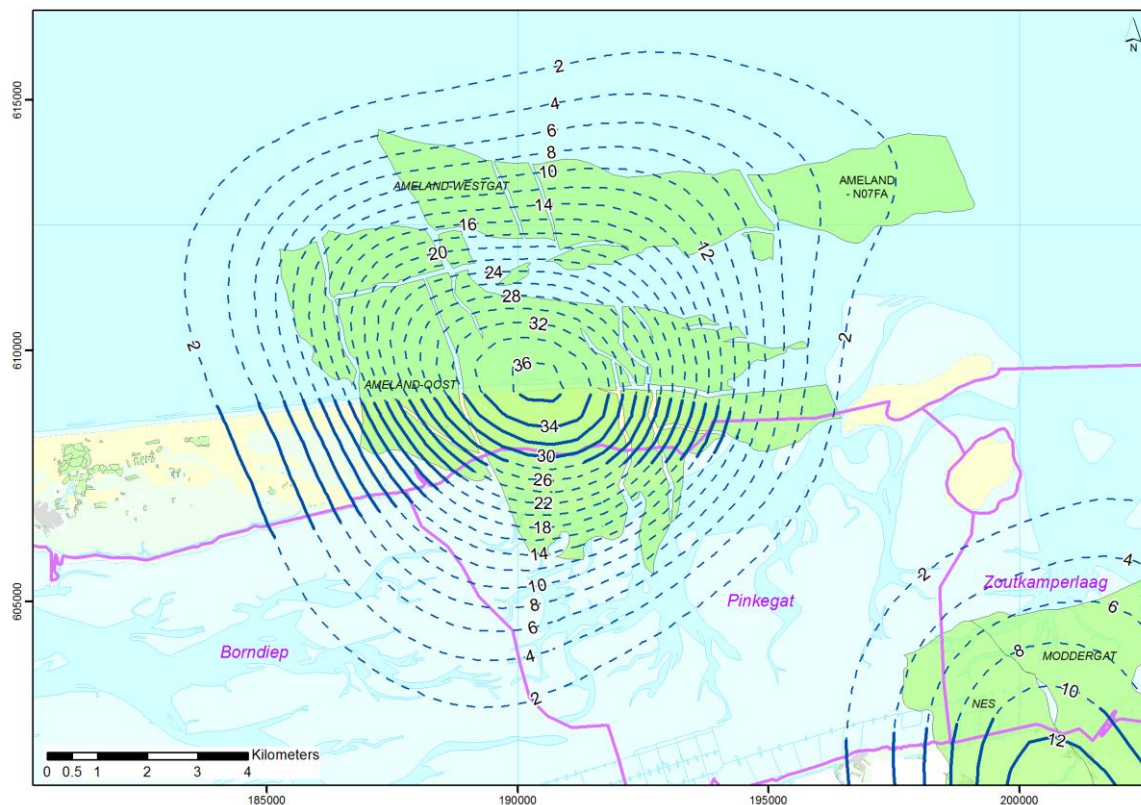


Figuur C5, Bodemdaling (in cm) in de periode 1986-2009:

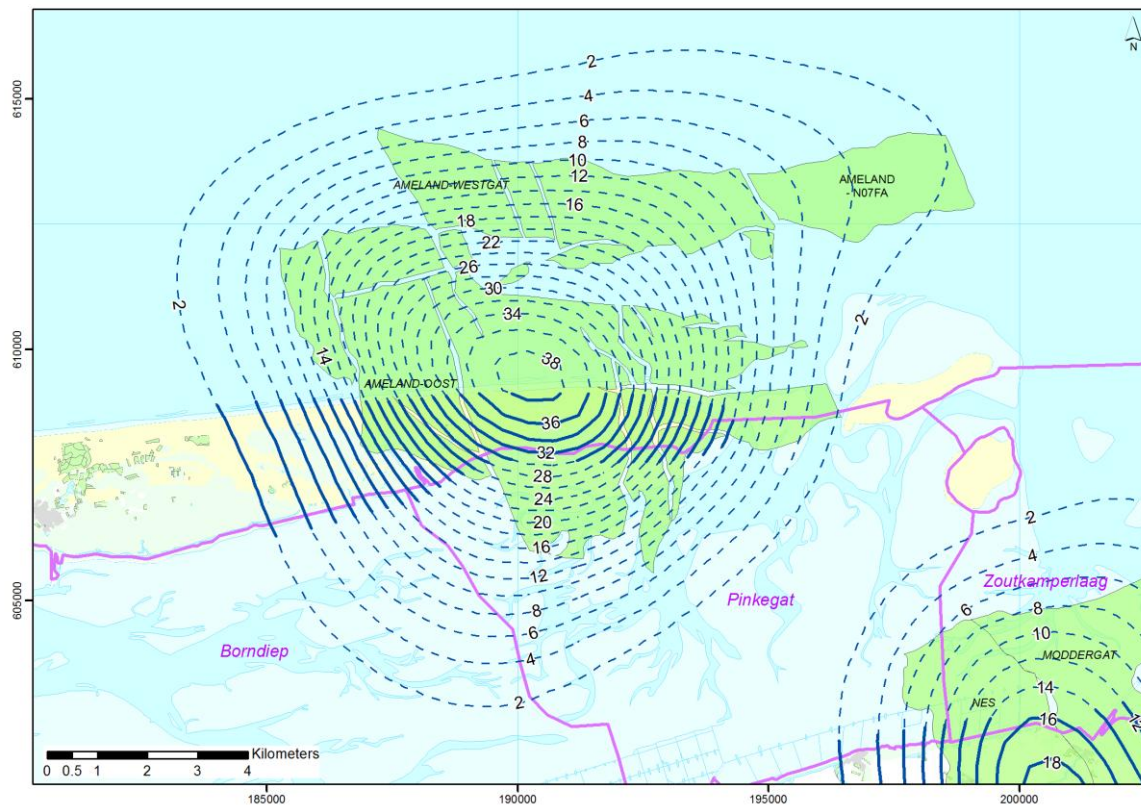
- Getallen bij de punten tonen de ter plaatse gemeten daling (peilmerken op Ameland en peilmerkclusters in de Waddenzee die reeds in 1986 waren aangemeten)
- Contourlijnen tonen de gemodelleerde bodemdaling door gaswinning.

Figuur C6 toont de verwachte bodemdaling in 2025. In figuur C7 is de voorspelde bodemdaling in 2050, ruim na het beëindigen van de winning in 2035, weergegeven.

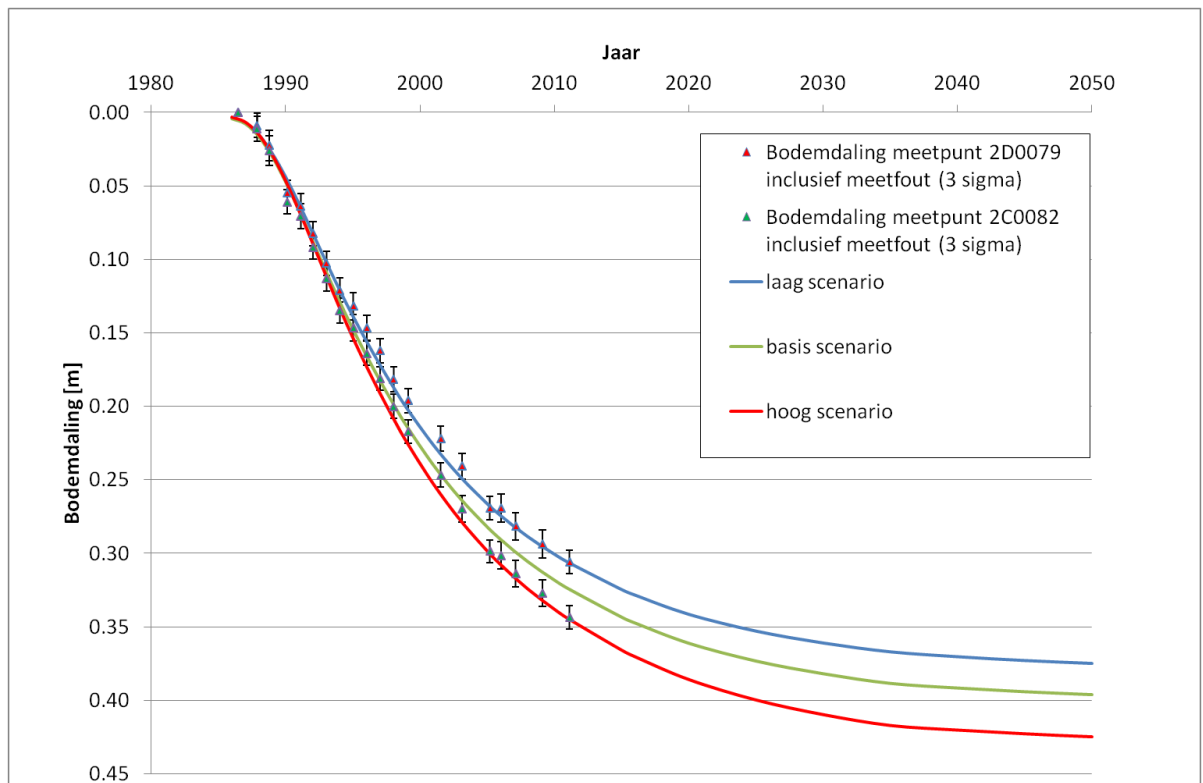
Figuur C8 toont de maximale gemeten en gemodelleerde bodemdaling (verschillende scenario's vanaf start productie tot 2050). Het diepste punt van de gemodelleerde kom wordt vergeleken met de dichtstbijzijnde meetpunten. Deze grafiek is voornamelijk bedoeld om de passing van de bodemdaling in tijd te tonen. De beschrijving van de scenario's, zoals genoemd in de figuur, is in de paragraaf "onzekerheid" hieronder gegeven.



Figuur C6 Bodemdalingsprognose voor 2025 (in cm) van de totale bodemdaling door gaswinning voor de in dit winningsplan beschreven voorkomens met naburige voorkomens.



Figuur C7 Bodemdalingsprognose voor 2050 (in cm) van de totale bodemdaling door gaswinning voor de in dit winningsplan beschreven voorkomens met naburige voorkomens na beëindiging van de gaswinning van de Ameland gasvelden in 2035.

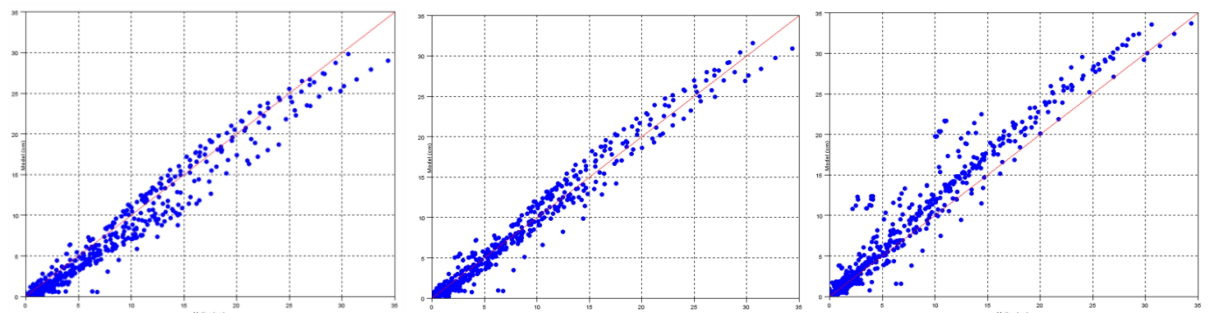


Figuur C8 Bodemdaling volgens model vergeleken met de gemeten daling op meetpunt 2D0079 en 2C0082.

Na beëindigen van de productie in 2035 zal het bodemdalingsproces nog enige tijd doorgaan ten gevolge van de drukvereffening in het reservoir en aangrenzende watervoerende pakketten (diffusie) en de kruip van het steenzout.

Onzekerheid

Er is getracht om de hoeveelheid vrije parameters in de modellering te beperken. Daarom is een vaste relatie gebruikt voor de C_m als functie van de porositeit, die gebaseerd is op een polynoom regressie van de op kernmonsters gemeten C_m en porositeit. Tevens zijn de parameters voor beschrijving van zoutkruip en het diffusiegedrag in het reservoir constant gehouden in de verschillende scenario's. De onzekerheid in de hoeveelheid bodemdaling wordt dan uitsluitend bepaald door de hoeveelheid depletie van de aangrenzende zuidoostelijke watervoerende laag. Deze onzekerheid is belangrijk voor het cumulatieve bodemdalingsvolume in het kombergingsgebied "Pinkegat". In het lage scenario is er geen drukdaling in mogelijke watervoerende pakketten. Het basis scenario gaat uit van een drukdaling die het best past bij de waargenomen bodemdaling. Het hoge scenario gaat uit van de drukdaling die het nog past bij de waargenomen waterproductie. Voor de bepaling van de kwaliteit van de modelpassing met de metingen is gekozen voor een aantal criteria, waarvan het RMS criterium de belangrijkste is. Dit criterium is formeel beschreven in: Technische commissie bodembeweging, Tcbb (2009) "Van Meting naar Daling" Bodemdaling door delfstofwinning. De RMS waarden voor het lage, basis en hoge scenario zijn respectievelijk: 1,48 cm, 1,14 cm en 2,27 cm. Een vergelijking van de modelwaarden met de gemeten waarden wordt weergegeven in de "cross-plots" in Figuur C9.



Figuur C9 Cross-plot van modelwaarden (y-as) versus gemeten waarden (x-as). Links: laag scenario, midden: basis scenario, rechts: hoog scenario.

	<p>In de komende jaren zal aandacht worden besteed aan een verdere kwantificering van bovengenoemde onzekerheid. Eventuele veranderingen met betrekking tot het geschatte onzekerheidsbereik dan wel de verwachte bodemdaling zullen worden opgenomen in de jaarlijkse rapportage, zoals voorgeschreven in: NAM (2007) Meet- en regelprotocol Winning Waddenzee vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. In deze rapportage wordt ook aandacht geschonken aan mogelijke mitigerende maatregelen om de gebruikruimte in de kombergingsgebieden te sturen door aanpassing van het productieprofiel. De effectiviteit hiervan worden uitgedrukt in de zogenaamde "remweg". Deze remweg wordt bepaald voor de voorkomens onder de Waddenzee. Het Ameland-Oost voorkomen heeft een beperkte rol in het efficiënt sturen van de gebruikruimte gezien de vergevorderde fase in het productieproces. De andere in dit winningsplan beschreven voorkomens liggen te ver van de kombergingsgebieden om een significante invloed op de belasting van de kombergingsgebieden te kunnen uitoefenen.</p>
<p>Mb 24 lid 1p</p>	<p>C3) Risicoanalyse bodemtrillingen</p> <p>De winning van aardolie en/of 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.</p> <p>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 o.a. gedocumenteerd in een aantal rapportages zoals "Eindrapport multidisciplinair onderzoek naar de relatie tussen Gaswinning en Aardbevingen in Noord-Nederland; Begeleidingscommissie Onderzoek Aardbevingen, 1993", "De relatie tussen schade aan gebouwen en lichte ondiepe aardbevingen in Nederland; TNO Bouw, 1998" en "Seismisch risico in Noord-Nederland; de Crook et al., KNMI, 1998" en "Kalibratiestudie schade door aardbevingen" TNO-034-DTM-2009-04435 (2009).</p> <p>Momenteel zijn bovengenoemde instanties verenigd in het Technisch Platform Aardbevingen (TPA). Hiermee is alle aanwezige kennis op het gebied van aardtrillingen gebundeld en kan deze optimaal worden ingezet met gebruikmaking van de meest actuele stand der techniek.</p> <p>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 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" en "Deterministische hazard analyse voor geïnduceerde seismiciteit; van Eijs et al., TNO-NITG rapport 04-171-C, 2004". Tevens is in dit kader een samenvattend rapport uitgebracht waarin de resultaten van bovengenoemde studies zijn geïntegreerd (Seismisch hazard van geïnduceerde aardbevingen. Integratie van deelstudies; NITG 04-244-B / KNMI-publicatie 208, 2004).</p> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Groningen, Bergermeer en Roswinkel, waar magnitudes 3,0 en hoger zijn opgetreden. B. Andere velden waar lichte aardbevingen met magnitudes kleiner dan 3,0 zijn opgetreden. C. Velden waar geen aardbevingen zijn geregistreerd. <p>Ameland-Oost</p> <p>Sinds het begin van de gasproductie (1986) is er 1 lichte aardbeving in 2005 door het KNMI boven Ameland-Oost met een magnitude van 1,8 op de schaal van Richter geregistreerd. Dit voorkomen valt daarom in de B categorie. Uit het onderzoek van KNMI en TNO is gebleken dat er boven velden van categorie B, waarin ook het voorkomen Ameland-Oost valt, gemiddeld jaarlijks 2 bevingen met magnitude boven 1,5 op de schaal van Richter (d.w.z. voor mensen voelbaar) kunnen optreden.</p> <p>Ameland-Westgat en Ameland-N07FA</p> <p>Ameland-Westgat en Ameland-N07FA vallen beide in de categorie C. 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</p>

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 overburden en het reservoir. De tweede parameter (B) is de breukdichtheid. Uitgaande van deze parameters is in de onderstaande tabel een overzicht gegeven van de kans (met onzekerheid) dat er in de toekomst tijdens gaswinning uit de in dit winningsplan beschreven voorkomens lichte aardbevingen geïnduceerd zullen worden (zie ook appendix B van rapport TNO-NITG 04-171-C)

Voorkomen	E	B	Kans op geïnduceerde bevingen
Ameland-Westgat	1,28	1,66	10 ± 5 %
Ameland-N07FA	1,28	1,35	10 ± 5 %

Het KNMI heeft geconcludeerd [Van Eck et al. 2004] 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 (de Crook et al., 1998) 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 (Wassing et al., 2004). Meer over de aard en omvang van mogelijk te verwachten schade is beschreven in sectie C4.

In onderdeel C6 worden de schadebeperkende maatregelen en condities voor eventuele vergoedingen in geval van schade uiteengezet.

Met de voortzetting van de gaswinning en mogelijk verder onderzoek dat in het kader van het TPA zal worden verricht, zullen steeds meer gegevens over de eigenschappen van het voorkomen en de mate van seismiciteit worden verkregen. Deze informatie zal aanleiding kunnen geven de risicoanalyse op onderdelen te herzien dan wel op enig onderdeel nader onderzoek uit te voeren.

Zoals beschreven in het meetplan Waddenzee, vindt in het gebied boven de in dit winningsplan beschreven voorkomens continu monitoring van eventuele aardbevingen plaats. Deze monitoring wordt uitgevoerd door KNMI met behulp van een daartoe aangelegd netwerk van seismische registratie apparatuur.

Mb 24 lid
1q

C4) Omvang en aard van de schade

C4.1) Algemeen

Bodemdaling door gaswinning manifesteert zich aan de oppervlakte in de vorm van een platte, zeer gelijkmatige schotel. Die veroorzaakt een hellend vlak in het maaiveld, waarvan de gradiënt zeer gering is.

Voor de verwachting van aard en omvang van mogelijke schade door geïnduceerde lichte aardbevingen wordt gebruik gemaakt van de verschillende rapporten genoemd in onderdeel C3.

C4.2) Schade aan openbare infrastructuur door bodembeweging

Omdat bodemdaling een geleidelijk en gelijkmatig verloop heeft, wordt geen directe schade aan infrastructuur verwacht. Niet uitgesloten is echter dat de bodemdaling gevolgen kan hebben voor het normale beheer en het onderhoud van waterkeringen en waterlopen. Voor zover dat beheer onvermijdelijk te maken meerkosten met zich meebrengt die, in overeenstemming met het gestelde in onderdeel C6, voor vergoeding in aanmerking komen dan rust op NAM de verplichting die schade overeenkomstig de regels van het burgerlijk recht te vergoeden. In sommige gevallen loopt dat via een hiertoe ingestelde commissie. In andere gevallen kunnen afspraken worden gemaakt in bilateraal verband. Verder onderzoek is uitgevoerd naar de mogelijke schade door aardbevingen aan buisleidingen (Deltares[2010]: Schade aan buisleiding door aardbeving). Hierin wordt onder andere geconcludeerd dat het aantal verwachte schades door geïnduceerde aardbevingen klein zal zijn.

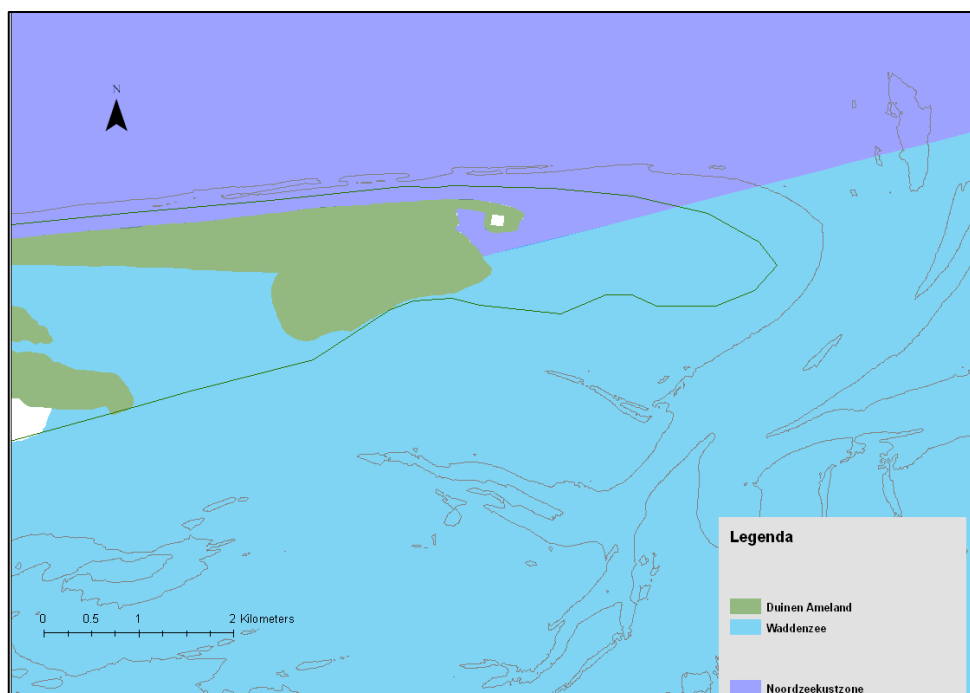
C4.3) Schade aan bouwwerken door bodembeweging

Omdat bodemdaling door gaswinning een geleidelijk en gelijkmatig verloop heeft en de resulterende vervorming (zoals scheefstand, kromming en horizontale rek) van de bovengrond zeer klein is, wordt geen directe schade aan bebouwing verwacht. Hierbij wordt verwezen naar "Studieresultaten betreffende ongelijkmatige zakkingen in verband met aardgaswinning in de provincie Groningen; een uitgave van de Commissie Bodemdaling door Aardgaswinning; maart 1987".

De praktijkervaring met gasproductie in Nederland over de afgelopen jaren leert dat de lichte aardbevingen ten gevolge van gasproductie in de meeste gevallen niet leiden tot schade. Toch kan, zoals in de praktijk is gebleken en in de seismisch risico analyse (sectie C3) is beschreven, de kans op schade aan bebouwing in de nabije omgeving van het epicentrum van een geïnduceerde aardbeving niet volledig worden uitgesloten. Het KNMI heeft berekend dat dergelijke lichte aardbevingen niet zwaarder zullen zijn dan magnitude 3,9 op de schaal van Richter (van Eck, 2004) en dat in het ernstigste geval matige schade aan enkele gebouwen kan optreden (de Crook, 1998). Dit laatste wordt bevestigd door de resultaten van de seismische hazard studie van TNO-NITG (Wassing et al., 2004), waaruit tevens blijkt 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. Deze afhankelijkheid wordt verder onderzocht en beschreven in het TNO rapport TNO-034-DTM-2009-04435. Ook de samenstelling van de ondiepe ondergrond kan daarbij een rol spelen, zoals in kaart gebracht door TNO-NITG. Indien schade is opgetreden dan rust op NAM de verplichting die schade overeenkomstig de regels van het burgerlijk recht te vergoeden.

C4.4) Schade aan natuur en milieu door bodemdaling

De bodemdaling die veroorzaakt wordt door de Ameland gasvelden strekt zich uit tot in de Natura 2000 gebieden Waddenzee, Duinen van Ameland en de Noordzeekustzone. Zie voor de ligging van deze Natura 2000 gebieden ten opzichte van Ameland figuur C10.



Figuur C10 Natura 2000 gebieden.

Het witte vierkantje is de gaslocatie Ameland op de oostpunt van Ameland. Deze locatie maakt geen deel uit van betrokken Natura 2000 gebieden.

Door onderhavige gasproductiewijziging van de Ameland gaswinning wijzigt ook de verwachte bodemdaling. Zie in verband hiermee de figuren C2, C3 en C4 waarin de te verwachten bodemdaling in de periode 2010-2050 is aangegeven.

De gaswinning Ameland kan worden verdeeld in de gasvelden Ameland-Oost, Ameland-Westgat en Ameland-N07FA. Voor ieder van die velden zijn de effecten op natuur en milieu door bodemdaling beoordeeld.

Gaswinning gasveld Ameland-Oost (figuur C2)

De gaswinning Ameland-Oost veroorzaakt bodemdaling in de Natura 2000 gebieden Noordzeekustzone, Duinen Ameland en de Waddenzee.

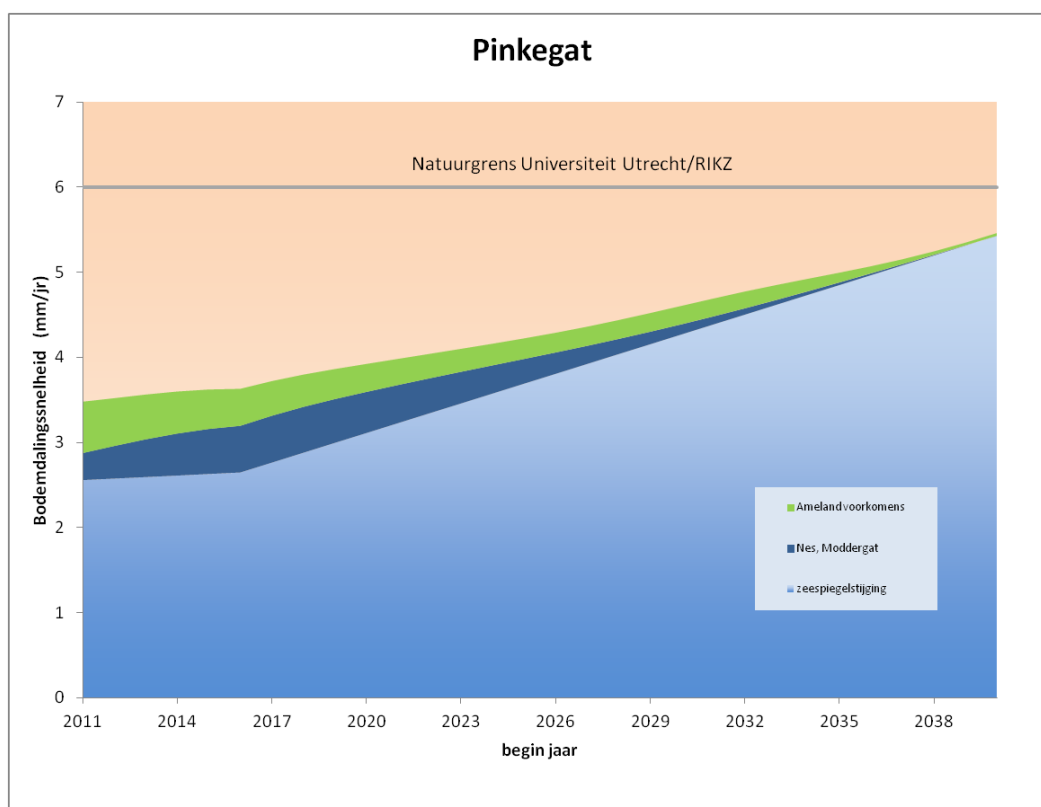
Effecten op in de Noordzeekustzone en de Duinen van Ameland

Zoals blijkt uit figuur C2, bedraagt de nog te verwachten bodemdaling in de Noordzeekustzone en de Duinen van Ameland tot 2050 vanwege de gaswinning Ameland-Oost maximaal minder dan 8 cm. Het betreffende gebied bestaat uit kustwateren, zandbanken, ondiepten, stranden en duinen en duinvalleien.

In het kader van de Natuurbeschermingswet is een effectenanalyse uitgevoerd door Arcadis en Alterra. Uit deze analyse blijkt dat betreffende gaswinning kan worden beschouwd als een wijziging van bestaand gebruik zonder kans op nadelige significante gevolgen voor de Noordzeekustzone. In verband met mogelijke effecten op de duinen van Ameland is een vergunning op grond van de Natuurbeschermingswet aangevraagd.

Effecten op de Waddenzee

De gaswinning Ameland-Oost veroorzaakt ook bodemdaling in de Waddenzee. Indien die bodemdaling (snelheid) samen met bodemdaling door andere gasvelden en zeespiegelstijging, niet leidt tot overschrijding van de natuurgrenzen (= sedimentatiecapaciteit van de Waddenzee), zijn er geen nadelig significante effecten op de natuur te verwachten. Uit figuur C11 (een uitwerking van het Hand aan de Kraan principe) blijkt dat de betreffende natuurgrens tijdens de geplande productieperiode niet wordt overschreden door de voorgestelde wijziging van onderhavige gaswinning. Daarbij zijn ook de cumulatie-effecten met de gaswinning Moddergat/Nes in ogenschouw genomen. Voor de winning van af de locatie Moddergat geldt een afzonderlijk winningsplan. Het sinds het begin van de gasproductie (1986) uiteindelijk verwachte bodemdalingvolume door gaswinning in het kombergingsgebied Pinkegat is minder dan aanvankelijk werd aangenomen in het uit 2006 daterende vigerende Winningsplan Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen (7,46 mln. m³ in 2006; 3,62 mln. m³ in 2011)



Figuur C11 Bodemdalingsnelheid in Pinkegat (6-jaarlijks gemiddelde; "moving average") door winning uit de Ameland en Waddenzee (Nes, Moddergat) voorkomens tezamen met het verwachte zeespiegelstijgingsscenario (Ministerie van EL&I, 2011).

	<p>De invloed van de Ameland bodemdaling in het kombergingsgebied Zoutkamperlaag is nagenoeg verwaarloosbaar. Daarom wordt er geen figuur getoond van de bodemdalingssnelheid in dit kombergingsgebied. De invloed van de Ameland bodemdaling wordt uiteraard meegenomen en getoond in het winningsplan Nes, Moddergat, Vierhuizen en in de jaarlijkse rapportage van de Meet -en Regel cyclus.</p> <p>Gaswinning gasveld Ameland-N07FA De gaswinning N07FA veroorzaakt bodemdaling in het Natura 2000 gebied de Noordzeekustzone als aangegeven in figuur C4. Het betreffende gebied bestaat uit permanent overstroomde zandbanken met een waterdiepte tot 20 meter. Een te verwachten bodemdaling van maximaal 4 cm kan geen nadelige significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen voor de Noordzeekustzone veroorzaken.</p> <p>Gaswinning gasveld Ameland-Westgat De gaswinning Ameland-Westgat veroorzaakt bodemdaling in het Natura 2000 gebied de Noordzeekustzone als aangegeven in figuur C3. Betreffend gebied bestaat uit permanent overstroomde zandbanken met een waterdiepte tot 20 meter. Een te verwachten bodemdaling van maximaal circa 4 cm kan geen nadelige significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen voor de Noordzeekustzone veroorzaken.</p>
Mb 24 lid 1r	<p>C5) Maatregelen om bodembeweging te voorkomen / te beperken</p> <p>Voor de gaswinningen Ameland-N07FA en Ameland-Westgat worden geen maatregelen voorzien om bodemdaling te beperken of te voorkomen.</p> <p>De gaswinning uit Ameland-Oost wordt uitgevoerd met toepassing van het Hand aan de Kraan principe voor zover er bodemdalingeffecten zijn in de Waddenzee. Deze effecten worden gecumuleerd met de bodemdalingeffecten van de gaswinning vanaf de locatie Moddergat (zie figuur C10).</p>
Mb 24 lid 1s	<p>C6) Maatregelen die gevolgen van schade door bodembeweging beperken of voorkomen</p> <p>Om schade door bodemdaling in de Waddenzee vanwege de gaswinning Ameland-Oost te beperken of te voorkomen wordt de winning uitgevoerd met toepassing van het Hand aan de kraanprincipe. Binnen dit principe wordt jaarlijks een meet-en regelcyclus uitgevoerd en gerapporteerd.</p> <p>Omdat gaswinning een geleidelijke en gelijkmatige bodemdaling zal veroorzaken, wordt geen schade aan bouwwerken (voor zover aanwezig) en andere werken verwacht. Indien als gevolg van bodemdaling door gaswinning de waterhuishouding of andere waterstaatkundige werken in betekenende mate worden beïnvloed dan zullen, in overleg met rechthebbenden van die werken, maatregelen of voorzieningen kunnen worden getroffen ter beperking of voorkoming van hieruit voortvloeiende schade. Als met het nemen van maatregelen niet alle door gaswinning veroorzaakte schade afdoende kan worden voorkomen dan rust op NAM de verplichting die schade overeenkomstig de regels van het burgerlijk recht te vergoeden.</p> <p>Voor mogelijke schade veroorzaakt door aardbevingen die worden veroorzaakt door gaswinning rust op de NAM de verplichting deze te vergoeden in overeenstemming met de regels van het burgerlijk recht. De praktijkervaring met gasproductie in Nederland over de afgelopen jaren leert dat de lichte aardbevingen ten gevolge van gasproductie in de meeste gevallen niet leiden tot schade. Toch kan, zoals in de praktijk is gebleken en in sectie C3 is beschreven, de kans op schade aan bebouwing in de nabije omgeving van het epicentrum van een geïnduceerde aardbeving niet volledig worden uitgesloten. Er is een schaderegeling opgesteld voor schade veroorzaakt door aardbevingen als gevolg van gaswinning en/of opslag. Deze regeling is beschreven in de folders "Bodemdaling", "Lichte Aardbevingen" en "Gaswinning en Lichte Aardbevingen" (http://www.nam.nl).</p> <p>Als aanvullende bescherming en ter verzekering van het belang van gelaedeerden is een hoofdstuk "waarborgfonds mijnbouwschade" in de Mijnbouwwet opgenomen en rust daarenboven op de exploitant van een mijnbouwwerk een risico aansprakelijkheid voor schade die ontstaat door beweging van de bodem als gevolg van de exploitatie van dat werk.</p> <p>Schade door bodemdaling binnen het gebied van de winningsvergunning Noord-Friesland wordt behandeld door de Commissie Bodemdaling Aardgaswinning Fryslân. (zie http://www.bodemdalingfryslan.nl).</p>

<p>Ondertekening</p> <p>Naam: Dr. A.M. Frens</p> <p>Functie: Asset Manager ONEgas</p>	<p>Plaats en datum: Assen, 30/09/2011</p>
--	---