

Wijziging Opslagplan Zuidwending

Auteurs:

Y.A. Kuperus
H.Van Geenhoven

Afdeling
Operations

Rapport
Wijziging Opslagvergunning Zuidwending

Gereed
18 juli 2012

Document
OI.xxxxxx

Datum, versie
18 juli 2012,

Ons kenmerk

Status
Definitief

Aanvraagformulier Opslagplan Mijnbouwwet

Algemene gegevens	
Naam aanvrager (= uitvoerder)	N.V.Nederlandse Gasunie
Postadres	Postbus 19 9700 MA Groningen
Telefoonnummer	+31611005446
Fax	+31505211199
E-mail	y.a.kuperus@gasunie.nl
Vergunningsgebied	Opslagvergunning Zuidwending
Soort plan	Wijziging opslagplan
Vergunninghouders	N.V.Nederlandse Gasunie (uitvoerder) Akzo Nobel Salt b.v. Nuon Storage b.v. Gasunie Underground Storage b.v. Gasunie Zuidwending b.v.
Soort delfstof	Koolwaterstoffen
Locatie	Territoir
N.V.Nederlandse Gasunie E.J.Romp Hoofdmijnbouw en Manager Installaties	Handtekening: Datum:

Inhoud

1	Beknopte beschrijving.....	4
1.1	Beknopte beschrijving van de opslag	4
1.2	Beknopte beschrijving van de wijze van opslag	4
2	Voorkomen.....	6
2.1	Geologische beschrijving van het voorkomen.....	6
2.1.1	Geologische doorsnede van het voorkomen.....	6
2.2	Ligging van het voorkomen en de mijnbouwwerken.....	7
2.2.1	Situering van het mijnbouwwerk.....	8
2.3	Overzicht boringen in het voorkomen t.b.v. de opslag	9
2.3.1	Schematische voorstelling putverbuizingen	10
2.3.2	Debrining.....	10
3	Bedrijfs- en productiegegevens	12
3.1	Wijze van terugwinning en opslag (procesbeschrijving).....	12
3.1.1	Injectieproces:	12
3.1.2	Productieproces:	12
3.1.3	Opslagproces:	13
3.2	Operationele filosofie	14
3.2.1	Verspreiding van opgeslagen stoffen	14
3.2.2	Risico inventarisatie verspreiding opgeslagen stoffen.....	14
3.2.3	Omvang van de opslag	15
3.2.4	Duur van de opslag	15
3.3	Stoffen die jaarlijks worden gebruikt en mee geproduceerd.....	15
4	Gegevens inzake bodembeweging	17
4.1	Aard van de bodembeweging en bodemtrilling	17
4.1.1	Bodembeweging	17
4.1.2	Bodemtrilling.....	17
4.2	Bodemdalingscontouren.....	18
4.2.1	Verloop bodemdaling in tijd.....	18
4.3	Risicoanalyse omtrent de bodembeweging en bodemtrilling.....	19
4.3.1	Risicoanalyse bodembeweging	19
4.3.2	Risicoanalyse bodemtrilling	20
4.4	Omvang en aard van schade	20
4.4.1	Algemeen	20
4.4.2	Schade aan openbare infrastructuur door bodembeweging.....	20
4.4.3	Schade aan bouwwerken door bodemtrillingen	20
4.4.4	Schade aan natuur en milieu door bodemdaling	20
4.5	Maatregelen om bodembeweging te voorkomen of te beperken	20
4.6	Maatregelen die gevolgen van schade door bodembeweging beperken of voorkomen.....	21
4.7	Beëindiging van de opslag.....	21
5	Kosten van de uitbreiding (vertrouwelijke informatie)	22
	Verzendlijst.....	23
6	Referentielijst	24

1 Beknopte beschrijving

Volgens artikel 35, lid 1c van de mijnwet dient een beschrijving van de wijze van de opslag als mede de daarmee verband houdende activiteiten te worden gegeven.

1.1 Beknopte beschrijving van de opslag

De Aardgasbuffer Zuidwending (hierna genoemd aardgasbuffer) vormt een opslagruimte voor aardgas, die aangesproken kan worden voor het in balans brengen van de vraag en het aanbod van aardgas, alsmede voor het opvangen van drukvariaties in de aangesloten netwerken.

Het aardgas wordt opgeslagen in vijf speciaal voor dit doel gemaakte cq. te maken cavernes in het zoutvoorkomen bij Zuidwending in de winningsvergunning "Uitbreiding Adolf van Nassau Uitbreiding II". Vier zoutcavernes zijn reeds in gebruik als gasopslagcavernes (A2, A3, A4 en A6), en één caverne (A7) bevindt zich in de constructie fase. Het gerealiseerde caverne volume van de eerste vier cavernes bedraagt ongeveer 600.000 m³ per caverne, de nieuwe caverne heeft een beoogd volume van ongeveer 1.000.000 m³. Zowel de eerste vier cavernes als de in ontwikkeling zijnde caverne bevinden zich op een diepte tussen de 1.000 en 1.550 meter. De cavernes zijn geconstrueerd met twee boringen, zodat hogere injectie- en uitzendflows mogelijk zijn.

Het gas wordt opgeslagen onder hoge druk. De maximale cavernedruk is afhankelijk van de diepteligging van de caverne en het ontwerp van de putverbuizing. De minimum druk is afhankelijk van de diepteligging van (de bodem van) de caverne en van de manier waarop de cavernes worden ingezet, zie tabel 5.

In de toekomst kan de aardgasbuffer met vijf cavernes (A1, A5, A8, A9 en A10) worden uitgebreid.

Twee van deze cavernes (A1 en A5) bevinden zich eveneens in de constructie fase, maar zijn geen onderdeel van dit opslagplan. Gelijk aan de eerste vijf cavernes, hebben ook deze twee cavernes (A1 en A5) een beoogd volume van ongeveer 1.000.000 m³ en bevinden zij zich op een diepte tussen 1.000 en 1.550 meter. Het is voorzien om deze cavernes (A1 en A5) aan te sluiten op een nieuw te bouwen gasinstallatie voor de opslag van hoogcalorisch aardgas.

1.2 Beknopte beschrijving van de wijze van opslag

De bestaande aardgasbuffer is aangesloten op het laagcalorische hogedruk leidingnet van Gasunie. Tijdens de injectiefase wordt het gas vanuit het hogedruk leidingnet via een bi-directionele meetstraat naar de compressoren geleid, waar het gas gecomprimeerd wordt met elektrisch aangedreven compressoren. Nadat het gas met luchtkoelers afgekoeld is, wordt het via een verdeelstraat naar de cavernes gezonden, waarbij de mogelijkheid bestaat gelijktijdig in een of meerdere cavernes te injecteren.

In de productiefase wordt gas uit de cavernes geproduceerd, waarbij het mogelijk is om methanol toe te voegen ter preventie van hydraatvorming. Eventueel aanwezige vrije vloeistof wordt verwijderd in vloeistofafscheiders. Alvorens de druk van het gas met behulp van smoorkleppen te verlagen tot de vereiste procesdruk wordt het gas verwarmd. De verwarming geschiedt met een gesloten warmwatersysteem. Eventueel in het gas aanwezige waterdamp wordt in de droogkolommen verwijderd tot beneden het vereiste dauwpunt met gebruikmaking van glycol. Het aan de vereiste specificaties voldoende gas wordt vervolgens ingevoerd in het leidingnet.

De in gebruik zijnde aardgasbuffer bestaat uit vier cavernes en een daar bijbehorende gasinstallatie ten behoeve van de injectie en productie van aardgas. De onder constructie zijnde caverne A7 zal worden aangesloten op de bestaande gasinstallatie. Ook wordt een elektrisch aangedreven gascompressor toegevoegd aan de vijf al geïnstalleerde elektrisch aangedreven compressoren. Daarnaast is een extra luchtkoeler voorzien om de temperatuur van het te injecteren gas te verlagen. Door optimalisatie van de huidige gasbehandelingsinstallatie wordt de uitzendcapaciteit verhoogd zonder dat hiervoor extra apparatuur voor wordt geïnstalleerd.

2 Voorkomen

2.1 Geologische beschrijving van het voorkomen

Volgens artikel 26, lid b van het mijnbouwbesluit dient een beschrijving gegeven te worden van de structuur van het voorkomen en de ligging van het voorkomen ten opzichte van andere aardlagen, met bijbehorende geologische, geofysische en petrofysische studies en de daarbij gehanteerde onzekerheidsanalyses.

De opslag van aardgas vindt plaats in steenzout van de Zechsteinformatie, in de noordelijke culminatie van de zoutdome Zuidwending. De cavernes zijn tot nog toe voornamelijk in de Stassfurt (Z2) serie geconstrueerd, jongere Zechstein eenheden (of cycli) komen aan de flanken van de zoutdome voor.

De geologische opbouw van het gebied bestaat globaal uit quartair zand en klei tot een diepte van circa 65 meter, tertiaire klei tussen 65 en 115 meter, en gips, anhydriet of klei op een diepte tussen de 115 en 180 meter. Top zout bevindt zich op een diepte van ca. 200 meter. De dikte van de gipshoed varieert en bedraagt ca. 60 - 70 meter. Top Zechstein rondom de zoutdome bevindt zich op een diepte van ca. 2.700 meter, de basis van het Zechstein bevindt zich op een diepte van ca. 2.900 meter.

De zoutdome is ontwikkeld in W-O richting en heeft relatief steile flanken. Meer informatie over de structuur en de ligging van de formatie is opgenomen in het TNO-report "Mapping of the Zuidwending Salt Dome" [3] en de actualisatie van de geologische kaarten uit 2002 [4]. Aanvullend seismisch onderzoek van de noordflank doormiddel van een "Vertical seismic processing survey" heeft een goed inzicht gegeven in de precieze locatie van het noordelijke gedeelte van de flank [5]. De flank is relatief steil met een lichte overhang van het bovenste deel van de dome (boven 1000m). Bij de positionering van de cavernes is hiermee rekening gehouden. Nadere geologische beschrijving van de zoutdome is gegeven in [6]

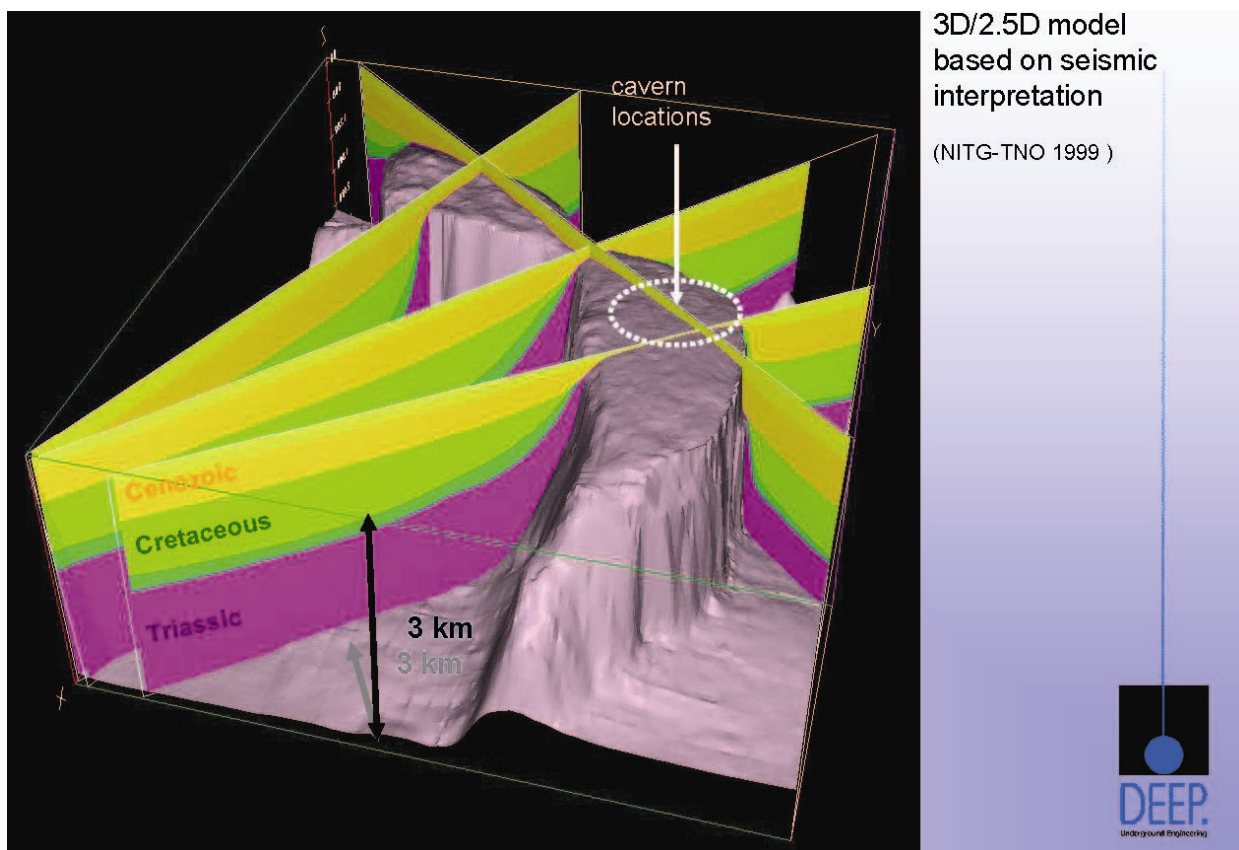
De rheomorfologische eigenschappen van het Zechsteinzout vast gesteld aan de hand van laboratoriumanalyses van zoutmonsters zijn beschreven in [7 en 8].

In 2011 is op basis van alle beschikbare geologische en seismische informatie begonnen met de constructie van een geologisch model van het noordwestelijke deel van de zoutdome.

Bij de eerste vier cavernes was de zuiverheid van het aangeboorde zout in het centrale deel van de zoutdome hoog (> 96 % NaCl); er zijn slechts geringe bijmengingen van andere mineralen (anhydriet, polyhaliet, kieseriet en sylviet) gevonden. Kalium- en magnesiumlagen werden tot nog toe niet aangetroffen. Hetzelfde geldt voor 'floaters' of "gaspockets". Bij de ontwikkeling van de cavernes A1, A5 en A7 zijn lagen anhydriet en polyhaliet aangetoond. Voor caverne A1 heeft dit een verticale aanpassing van de initieel geplande ligging en voor caverne A5 een horizontale aanpassing van de initieel geplande ligging tot gevolg gehad.

2.1.1 Geologische doorsnede van het voorkomen

In figuur 1 is een schematische geologische doorsnede van het zoutvoorkomen weergegeven, evenals de locaties van de cavernes.



Figuur 1 - Geologische doorsnede van het zoutvoorkomen met gasopslag cavernes gezien vanuit het noordoosten

2.2 Ligging van het voorkomen en de mijnbouwwerken

Volgens artikel 35, lid a van de mijnbouwwet dient een beschrijving gegeven te worden van de ligging van het voorkomen.

De gasopslag aardgasbuffer is gelegen in het gebied van de opslagvergunning Zuidwending welke qua gebied samenvalt met dat van de winningsvergunning "Uitbreiding Adolf van Nassau II". Het terrein bevindt zich oostelijk van de dorpskern Ommelanderswijk in een agrarische driehoek, die aan de noordzijde wordt begrensd door de provinciale weg N366 ter hoogte van Zuidwending, aan de zuidelijke kant door het lintdorp Ommelanderswijk en aan oostelijke zijde door de gemeentegrens van Veendam met Oude en Nieuwe Pekela.

Figuur 2 geeft de ligging weer van de tien caveerne locaties en de gasinstallaties zoals die in het geactualiseerde bestemmingsplan (2011) zijn opgenomen. De cavernes A2, A3, A4 en A6 zijn gebruik voor gasopslag, de cavernes A1, A5 en A7 zijn onder constructie.

In tabel 1 zijn de coördinaten van alle putten weergegeven, zowel voor het "spud-in" punt als van de laatste gecementeerde casing shoe (LCCS). Voor de volledigheid zijn ook de cavernes A1 en A5 opgenomen in de tabel, hoewel deze cavernes geen onderdeel uitmaken van dit opslagplan.

De cavernes A2, A3, A4, A6 en A7 zijn elk voorzien van twee boringen. De putten zijn gedeveerd geboord, waarbij de bovengrondse afstand tussen de twee boringen 30 meter bedraagt en ter plaatse van de LCCS circa 15 meter.

Het ontwerp van het opslagcaverneveld is opgesteld door het IfG Institut für Gebirgsmechanik en wordt beschreven in de bijlagen [9, 10, 11 en 12]. In het ontwerp is rekening gehouden met de actuele positie van de cavernes en een minimale afstand tussen de cavernes.

Daarnaast is het gesteentemechanische ontwerp van de cavernes en het caverneveld zodanig dat de stabiliteit van de cavernes niet in gevaar komt in geval van een blow-out van een van de cavernes, zie bijlage [12].

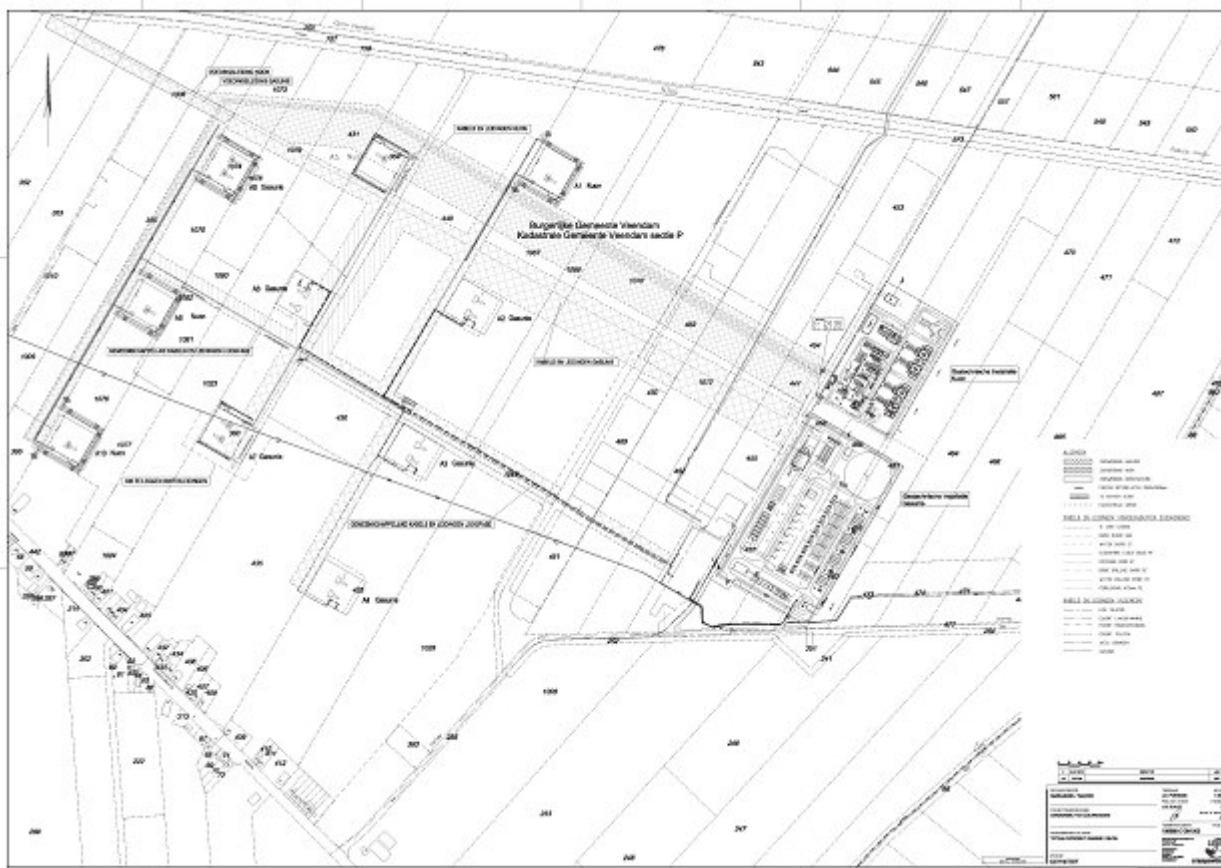
Caverne put	Spud-in X-as	Spud-in Y-as	LCCS X-as	LCCS Y-as	Diepte LCCS [m TVD]	Diepte put
A2A	258 113.66	567 806.80	258 113.55	567 807.60	980.0	1640.0
A2B	258 129.01	567 832.59	258 117.04	567 826.25	1000.0	1300.0
A3A	258 002.06	567 527.24	258 002.35	567 528.20	1006.8	1450.0
A3B	258 017.17	567 553.20	257 997.66	567 541.90	1005.1	1299.1
A4A	257 850.88	567 268.14	257 849.60	567 270.46	1028.2	1450.0
A4B	257 865.98	567 294.07	257 852.78	567 285.33	1027.2	1300.0
A6A	257 802.24	567 841.83	257 750.95	567 727.12	1004.0	1450.0
A6B	257 787.21	567 815.90	257 733.74	567 730.49	1004.7	1300.7
A7A	257655.88	567590.78	257696.03	567494.16	1038.4	1649.9
A7B	257640.84	567564.82	257705.47	567485.88	1049.7	1599.7
A1A	258 265.91	568 064.93	258 302.31	568 038.16	1049.8	1431.8
A5A	257953.95	568102.44	257 871.32	567 929.65	1106.0	1553.0

Tabel 1 – Overzicht put coördinaten en dieptes

2.2.1 Situering van het mijnbouwwerk

Volgens artikel 24, lid 1d dient de ligging van het mijnbouwwerk gegeven te worden.

Het mijnbouwwerk is gelegen aan de Zoutweg 3 in de gemeente Veendam.



Figuur 2 - Ligging mijnbouwwerken

2.3 Overzicht boringen in het voorkomen t.b.v. de opslag

Volgens artikel 24, lid 1 e en lid 1 f van het mijnbouwbesluit dient een opgave van het aantal boorgaten, de volgorde en het tijdsbestek van het maken de boorgaten te worden gegeven.

De acht putten voor de eerste vier cavernes A2, A3, A4 en A6 zijn geboord in de periode februari - december 2007. De twee putten van caveerne A7 (A7A en A7B) zijn in de periode juli 2009 - oktober 2009 geboord (tabel 2).

In het geval dat een caveerne is uitgerust met 2 boringen dan is de onderlinge afstand 30 meter (spud-in punten) aan het maaiveld. De boringen komen, door toepassing van MWD-techniek, bij het dak van de caveerne bijeen op een onderlinge afstand van circa 15 meter (zie tabel 1).

Caverne	Start boring	Eind boring
A4	februari 2007	mei 2007
A3	juni 2007	september 2007
A2	februari 2007	mei 2007
A6	september 2007	december 2007
A7	juli 2009	oktober 2009

Tabel 2, tijdschema boringen

2.3.1 Schematische voorstelling putverbuizingen

Volgens artikel 24, lid g van het mijnbouwbesluit dient een opgave van de ligging, lengte en diameter van de verbuizing van de boorgaten te worden gegeven.

Alle putten zijn voorzien van een geheide stove-pipe, een gecementeerde 32" conductor pipe, een gecementeerde 18 5/8" anchor pipe en een gecementeerde 13 3/8" casing. Deze laatste gecementeerde casing is voorzien van gelaste pijpverbindingen. In tabel 1 is een overzicht van de putcoördinaten en diepte gegeven, en in tabel 3 is een overzicht van de boorgat verbuizing opgenomen.

Caverne put	32" [m MD]	18 5/8" [m MD]	13 3/8 x 13 5/8" [m MD]
A2A	0-74	0-180	0-980
A2B	0-73	0-188	0-1001
A3A	0-79	0-202	0-1007
A3B	0-79	0-202	0-1005
A4A	0-80	0-202	0-1028
A4B	0-79	0-203	0-1028
A6A	0-79	0-215	0-1017
A6B	0-88	0-215	0-1017
A7A	0-94	0-223	0-1065
A7B	0-94	0-219	0-1063

Tabel 3, lengte en diameter boorgat verbuizing

De gasopvoerserie heeft een diameter van 9 5/8 inch en is eveneens voorzien van gelaste pijpverbindingen. Onderdeel van de gasproductiestring is een ondergrondse veiligheidsafsluiter (SCSSV) die boven het maaiveld bestuurbaar is. Deze ondergrondse veiligheidsafsluiter is fail-safe uitgevoerd, dit betekent dat bij het wegvallen van de hydraulische stuurdruk de veiligheidsafsluiter automatisch wordt gesloten.

Ook in de putten van caverne A7 wordt een 9 5/8 inch opvoerserie geïnstalleerd, voorzien van gelaste verbindingen en een SCSSV op ongeveer 50 meter onder het maaiveld. Echter, om het debrining proces van de caverne te faciliteren zonder gebruikt te hoeven maken van een tijdelijk te installeren debrining string, wordt één van de putten voorzien van een zogenoemde "extended tailpipe". Deze "extended tailpipe" wordt afgehangen aan een additionele productie packer en reikt tot ongeveer 3 meter boven de bodem van de caverne.

2.3.2 Debrining

Nadat een caverne haar definitieve inhoud heeft bereikt, wordt in elke put de gasopvoerserie ingebouwd. Hierna wordt de gasdichtheid van het systeem aangetoond met een MIT (Mechanical Integrity Test).

Vervolgens kan worden begonnen met het vervangen van de in de caveerne aanwezige pekkel (brine) door aardgas. Het aardgas wordt met behulp van de gascompressor(en) onder hoge druk in de caveerne geïnjecteerd terwijl pekkel tegelijkertijd verdrongen wordt via een daartoe speciaal uitgeruste verbuizing. Dit proces wordt debrining genoemd.

Er kan worden besloten een caveerne voor gasopslag in gebruik te nemen nadat de pekkel slechts gedeeltelijk verwijderd is of om nadat de caveerne voor gasopslag in gebruik is genomen pekkel bij te vullen. Wanneer dit laatste aan de orde is zal dit in een apart plan beschreven worden.

3 Bedrijfs- en productiegegevens

Volgens artikel 35, lid 1c van de mijnwet dient een beschrijving van de wijze van de opslag als mede de daarmee verband houdende activiteiten te worden gegeven.

3.1 Wijze van terugwinning en opslag (procesbeschrijving)

Volgens artikel 35, lid c van de mijnbouwwet en artikel 24, lid c van het mijnbouwbesluit dient een beschrijving van de wijze van terugwinning en opslag alsmede de daarmee verbandhoudende activiteiten gegeven te worden.

De aardgasbuffer is in 2011 in gebruik genomen, en wordt uitgebreid met één nieuwe caveerne (A7). Verder bestaat de uitbreiding uit het aansluiten van deze nieuwe caveerne, het installeren van een zesde compressor en het aanpassen van de bestaande bovengrondse installatie. In figuur 3 is het opslag- en terugwinningproces schematisch weergegeven.

3.1.1 Injectieproces:

Gas wordt vanaf het leidingnet naar de gasinstallatie gevoerd. Daarna wordt het gas gecomprimeerd en afgekoeld waarna het via de verdeelstraten naar de cavernes wordt geleid. In tabel 4 zijn de ontwerpgegevens van de injectie- en productiecapaciteit van de installaties opgenomen. De cavernes vormen de buffervoorraad.

Tabel 4: Kerngegevens van de gasopslag installatie in Zuidwending

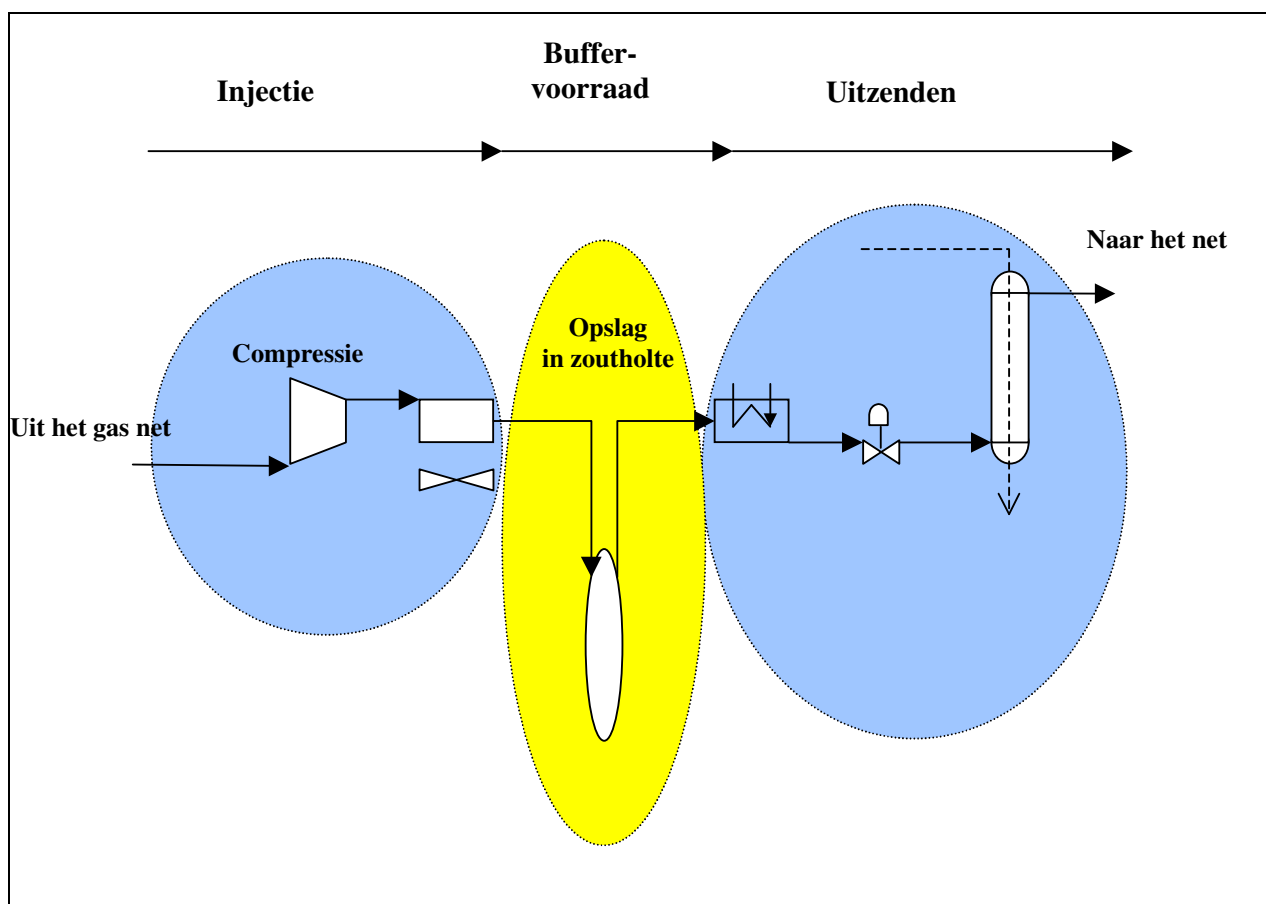
	Geïnstalleerde injectie capaciteit ¹⁾	Geïnstalleerde productie capaciteit ¹⁾	Eenheid
Bestaand	1.0	1.6	10e ⁶ m3(n)/h
Uitbreiding Deel A	0.2	0.2 ²⁾	10e ⁶ m3(n)/h

1) De genoemde injectie en productie capaciteiten zijn indicatief en afhankelijk van heersende proces condities

2) Extra productie capaciteit door optimalisatie van manifolds, geen extra apparatuur

3.1.2 Productieproces:

Bij uitzenden wordt het gas verwarmd voordat de druk wordt gereduceerd tot de vereiste druk voor de droogkolommen. Nadat het gas de vereiste specificaties (druk, temperatuur, dauwpunt) heeft bereikt kan het gas worden geleverd aan het leidingnet al of niet met behulp van compressoren. Door de benodigde systemen op temperatuur te houden is het mogelijk om snel (binnen een half uur) te starten.



Figuur 3: Schematische voorstelling van het opslagproces

3.1.3 Opslagproces:

Het injectie- en productieproces beweegt zich binnen de op basis van gesteentemechanische en thermodynamische studies geadviseerde grenzen voor stabiliteit en integriteit van de cavernen en beperking van de convergentie. Dit wordt de bedrijfsvoeringenveloppe genoemd. De grenzen zijn bepaald op basis van de geldende inzichten en zijn afhankelijk van de diepteligging, grootte en vorm van de cavernen, maar ook van de locatiespecifieke zouteigenschappen.

De bedrijfsvoeringenveloppe is vastgesteld door IfG en wordt beschreven in het document "Extended recommendations for cyclic operated storage caverns "Aardgasbuffer NL" [12]. Hierin is rekening gehouden met een convergentiesnelheid van ongeveer 0.4% per jaar.

De bedrijfsvoeringenveloppe wordt aan de bovenkant begrensd door de maximaal toegestane cavernedruk, welke afhankelijk is van de diepteligging van de LCCS (zie tabel 1). Hierbij is een drukgradiënt van 0.18 bar per meter gehanteerd.

Aan de onderkant wordt de bedrijfsvoeringenveloppe begrensd door de minimum cavernedruk. De minimum cavernedruk is afhankelijk van de diepteligging van de onderkant (de sump) van de cavernen maar ook van tijdsduur waarop de cavernen op deze minimumdruk wordt bedreven. De cavernedruk waaronder een cavernen maximaal 90 dagen per jaar bedreven mag worden, wordt gedefinieerd als $P_{min,0}$. De druk waarop een cavernen zich maximaal 30 dagen per jaar mag bevinden wordt P_{min} genoemd. In tabel 5 zijn de minimum en maximum cavernedrukken ter hoogte van de LCCS opgenomen.

	A2	A3	A4	A6	A7
Pmax [in barg]	176.9	180.9	158.0	180.7	186.9
Pmin,0 [in barg]	84	84	84	84	90
Pmin [in barg]	50	50	50	50	60
Pmax-Pmin [in	126.4	130.9	135.0	130.7	126.9

Tabel 5: Minimum en maximum caveerne druk @ LCSS

De maximale hoeveelheid gas die per dag aan een caveerne onttrokken wordt, wordt gelimiteerd door gesteentemechanische grenzen en wordt uitgedrukt in een maximum drukverandering per dag. De maximum drukverandering per dag is afhankelijk van de caveerne druk, zie tabel 6.

Caverne druk	Maximale drukwijziging [bar per dag]
$P_{min,0} < P_{cav} < P_{max}$	$-10 \leq dp/dt \leq 10$
$P_{min} < P_{cav} < P_{min,0}$	$-5 \leq dp/dt \leq 5$

Tabel 6: Maximum drukwijziging per dag

3.2 Operationele filosofie

De opslag is ontworpen om gedurende het gehele jaar snel gas te kunnen leveren tijdens pieken in de vraag, en om snel gas te kunnen injecteren tijdens pieken in het aanbod. Het actuele opgeslagen volume en de injectie- en productiesnelheden zijn afhankelijk van de vraag en de leveringsvereisten.

De gasopslaginstallaties zijn zo ontworpen dat deze onbemand en op afstand bediend kunnen worden, het is voorzien dat onderhoud- en beheerswerkzaamheden in dagdienst uitgevoerd zullen worden.

3.2.1 Verspreiding van opgeslagen stoffen

Volgens artikel 26, lid d van het mijnbouwbesluit dient een inventarisatie van de risico's ten aanzien van de verspreiding van de stoffen die in de ondergrond worden opgeslagen, de aantasting van de in de ondergrond aanwezige reservoirs met delfstoffen of de samenstelling van deze delfstoffen te worden gegeven.

3.2.2 Risico inventarisatie verspreiding opgeslagen stoffen

Een caveerne in een zoutvoorkomen vormt een gesloten en gasdicht systeem. Als onderdeel van het ontwerp van de gasopslag cavernes zijn geomechanische studies en laboratoriumonderzoeken uitgevoerd met als doel de sterkte- en kruip eigenschappen en de dichtheid van het omliggende zout aan te tonen [6, 7 en 11]

Om de technische dichtheid van de toegangsboringen aan te tonen zijn, nadat de cementatie voldoende tijd heeft gehad om uit te harden en voordat met de uitloging is begonnen, met succes druktesten met gasvormige stikstof uitgevoerd.

De dichtheid van het systeem wordt aangetoond door middel van een integriteitstest alvorens gas wordt geïnjecteerd. De integriteit van de verbuizing wordt gedurende de levensduur van de

installatie geborgd door toepassing van dubbele, gelaste verbuizing in de boringen waarbij via de binnenbuis wordt geïnjecteerd of geproduceerd en de annulaire ruimte is gevuld met vloeistof die op druk wordt bewaakt.

3.2.3 Omvang van de opslag

Volgens artikel 26, lid a van het mijnbouwbesluit dient een beschrijving van de hoeveelheid en de samenstelling van de stoffen die worden opgeslagen gegeven te worden.

De omvang van het geometrisch volume is weergegeven in tabel 7. De hoeveelheid jaarlijks opgeslagen gas is afhankelijk van het aantal cycli dat in een jaar wordt gerealiseerd.

	A2	A3	A4	A6	A7
Geometrisch volume [10e ⁶ m ³]	0.60	0.65	0.59	0.64	1.0

Tabel 7: Geometrisch volume

3.2.4 Duur van de opslag

Volgens artikel 35, lid b van de mijnbouwwet dienen het aanvangstijdstip en de duur van de opslag gegeven te worden.

Dit opslagplan is gebaseerd op een periode die loopt over de gehele geldigheidsperiode van de opslagvergunning. De opslagvergunning is 19 juli 2006 verleend voor een periode van 30 jaar. Indien de installatie ook na 2036 in bedrijf blijft zal ruim voor afloop van de vergunningsperiode een nieuwe vergunning worden aangevraagd.

3.3 Stoffen die jaarlijks worden gebruikt en mee geproduceerd

Volgens artikel 26, lid c van het mijnbouwbesluit dient een opgaaf van de stoffen die worden gebruikt bij het in de ondergrond brengen van de stoffen te worden gegeven.

Volgens artikel 27, lid b van het mijnbouwbesluit de samenstelling en hoeveelheden van de andere stoffen dan de opgeslagen stoffen die met het terughalen van de opgeslagen stoffen onvermijdelijk aan de bodem worden onttrokken worden gegeven.

Tijdens het gasopslagproces ontstaan nauwelijks afvalstoffen en worden geen andere stoffen dan de opgeslagen stoffen aan de bodem onttrokken. In tabel 8 zijn de stoffen die gebruikt worden of vrijkomen in het gasopslagproces benoemd.

Stof	Wijze opslag van	Maximale hoeveelheid (m³)	Functie/herkomst
Productiewater	stalen tank	50	- opslag van condensaatwater - water van drogers
Methanol	stalen tank	50	voorkoming hydraatvorming
Glycol	Stalentank + drooginstallatie	160	Gasdroging
Diesel	stalen tank	50	reserve brandstof
Smeerolie	stalen drums van 200 liter	2	Smering
Transformator olie	trafo's	60 (ton)	koeling en isolatie
Hydraulische olie	stalen drums van 60 liter	<< 1 m ³	stuursystemen op caveerne platform

Tabel 8: Stoffen die jaarlijks worden gebruikt tijdens het proces (bestaande installatie inclusief uitbreiding)

4 Gegevens inzake bodembeweging

4.1 Aard van de bodembeweging en bodemtrilling

Volgens artikel 35, lid 1 f van de mijnbouwwet dient een beschrijving gegeven te worden van de bodembeweging ten gevolge van de opslag en van de maatregelen ter voorkoming van schade door beweging.

4.1.1 Bodembeweging

In het opslaggebied Zuidwending treedt, behalve door de opslagactiviteiten ook bodembeweging op door de winning van zout, de winning van aardgas en door compactie en oxidatie (veenlagen) van de ondiepe ondergrond.

De bodembeweging aan het maaiveld ten gevolge van gasopslag wordt veroorzaakt door convergentie (in m^3 per jaar) van de cavernes als gevolg van het viscoplastische gedrag van zout (zoutkruip). Er vormt zich boven de cavernes een bodemdalingkom. De jaarlijkse toename van het volume van de bodemdalingkom boven een cavernes is gelijk aan de volumeconvergentie van de cavernes in dat jaar (convergentie in % per jaar x cavernesvolume in m^3). Het totale volume van de bodemdalingkom over de levensduur van een cavernes is gelijk aan de som van de jaarlijkse volumeconvergenties. Boven een cavernes vormt zich aan het maaiveld een z.g. invloedsgebied¹ met de positie van de LCCS als middelpunt. Boven meerdere cavernes kunnen de volumeconvergenties, en dus de gemeten bodembewegingen aan het maaiveld, van de individuele cavernes opgeteld worden. Er vormt zich een invloedsgebied rond het opslaggebied.

Convergentie van de holruimte is het directe gevolg van de door deviatorische spanning veroorzaakte kruip van zout. Daarnaast is er een direct verband tussen de verblijftijd bij een bepaalde cavernedruk en de hoeveelheid convergentie, zie hiervoor document [12].

De "Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe" (BGR), uit Hannover heeft een model ontwikkeld het z.g. Eickemeiermodel [14a, 14b, 15a en 15b], met behulp waarvan bodemdaling boven cavernes geprognoseerd kan worden. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen de bodemdaling tijdens de aanleg van de cavernes en de bodemdaling als gevolg van de opslagactiviteiten. Het model voor de aanleg van cavernes is gevalideerd op basis van de zoutwinningactiviteiten die sinds 1967 plaatsvinden in de zoutdome Zuidwending.

4.1.2 Bodemtrilling

Er zijn geen aanwijzingen dat in de periode 1967 – heden bodemtrillingen in de winningvergunning Uitbreiding Adolf van Nassau II opgetreden zijn als gevolg van de winning van zout door middel van oplosmijnbouw. Deze uitspraak is in overeenstemming met wat op grond van het viscoplastisch (kruip) gedrag van zout te verwachten is. Ook in de literatuur zijn geen aanwijzingen te vinden over het optreden van bodemtrilling in relatie tot de opslag van gas in zoutcavernes.

Ook informatie van de website van het KNMI (<http://www.knmi.nl>) laat zien dat er gedurende de zoutwinningactiviteiten geen door de winning van zout geïnduceerde aardbevingen zijn opgetreden. De opslagactiviteiten worden zo uitgevoerd dat het uiterst onwaarschijnlijk is dat door gasopslag in cavernes bodemtrillingen geïnduceerd zullen worden.

Het overzicht van de seismische stations in Nederland laat zien dat er in de provincies Groningen en Drenthe oppervlakte-seismometers zijn geïnstalleerd. Geïnduceerde bodemtrillingen zullen door het bestaande net van permanente seismometers van het KNMI geregistreerd worden.

4.2 Bodemdalingscontouren

Volgens artikel 24, lid m van het mijnbouwbesluit dient een kaart met daarop de contouren van de verwachte uiteindelijke mate van bodemdaling gegeven te worden.

Voor een kaart met daarop de contouren van de verwachte mate van bodemdaling wordt verwezen naar bijlage [14a, 14b en 15a en 15b].

4.2.1 Verloop bodemdaling in tijd

Volgens artikel 24, lid n van het mijnbouwbesluit dient een overzicht van het verloop van de verwachte mate van bodemdaling in de tijd gegeven te worden.

Op basis van het Eickemeiermodel is voor verschillende scenario's de bodemdaling doorgerekend voor de periode van aanleg en de daaropvolgende gebruikperiode. In de bodemdaling berekening is aangenomen dat de cavernes A1 en A5 in gebruik zullen worden genomen. Tevens zijn het aantal cavernes, caverne eigenschappen (grootte en diepteligging) en de operationele inzet gevarieerd. In tabel 9 is een overzicht opgenomen van de uitkomsten van de verschillende scenario's voor de jaren 2018, 2030 en 2050, zie [14a, 14b, 15a en 15b].

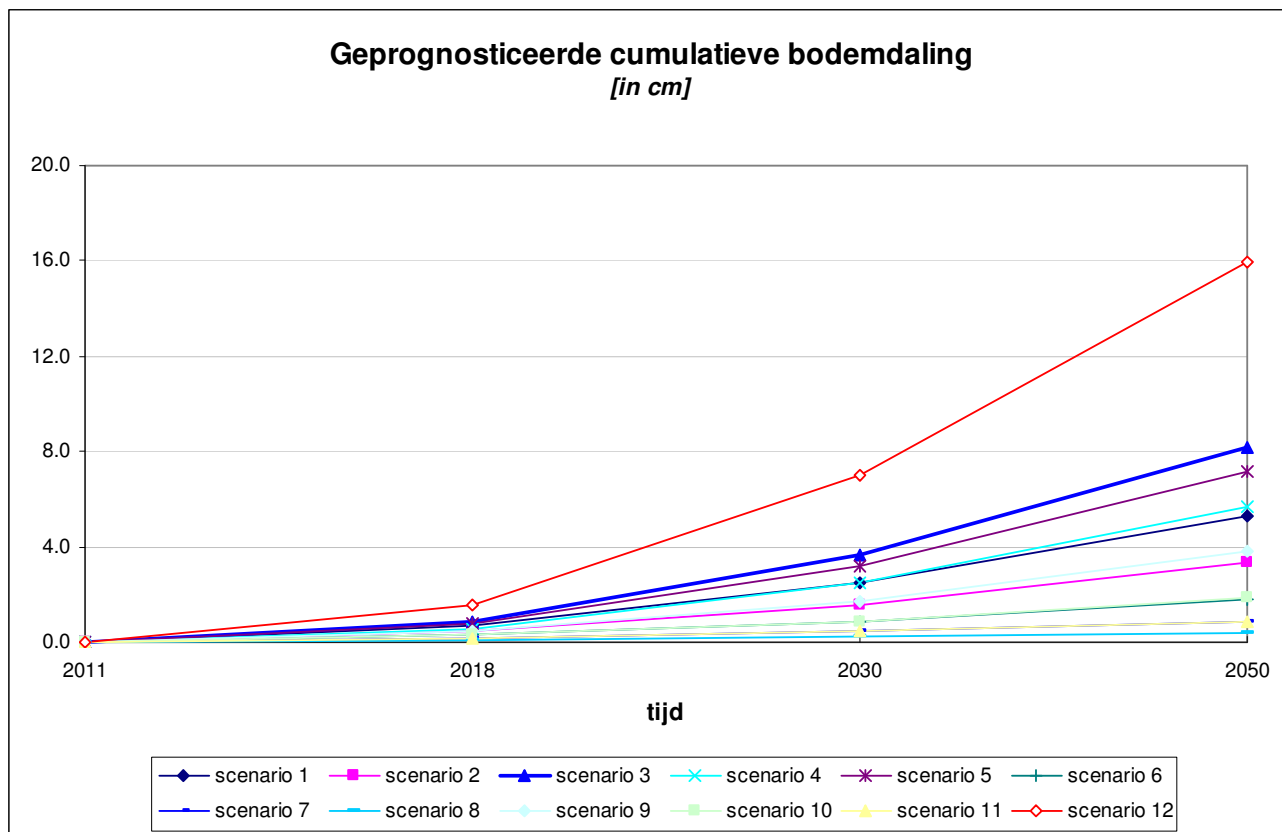
Scenario's			2018 [in cm]	2030 [in cm]	2050 [in cm]
	BGR-Senkungsprognose Soprano-ZW2	[15a en b]			
1	V1 (Pi,min für A1 bis A7)		0.69	2.46	5.26
2	V2 (Pi,normal für A1 bis A7)		0.43	1.56	3.37
3	V3 (Pi,min für A1 bis A10)		0.84	3.62	8.19
4	V4 (Pi,normal für A1 bis A10)		0.55	2.48	5.71
5	V5 (Pi,min für A2,A3, A4, A6, A7)		0.80	3.19	7.14
	BGR-Senkungsprognose	[14a en b]			
6	Phase 1, 125		0.34	0.88	1.76
7	Phase 1, 145		0.18	0.44	0.86
8	Phase 1, 165		0.10	0.21	0.39
9	Phase 1,2,3 125		0.49	1.75	3.84
10	Phase 1,2,3 145		0.28	0.89	1.88
11	Phase 1,2,3 165		0.17	0.43	0.85
12	Maximum daling inclusief onzekerheidsfactor		1.68	7.24	16.38

Tabel 9: Cumulatieve bodemdaling bij verschillende scenario's

De validatie van het Eickemeiermodel is gebaseerd op jaren lange bodembeweging monitoring als gevolg van zoutwinning. Er bestaat een onzekerheid over het gedrag van het zout als gevolg van opslagactiviteiten, en daarmee een onzekerheid van de juistheid van de bodemdalingprognoses.

Op basis van de uitkomsten van de uitgevoerde geomechanische studies en de bodemdalingprognoses, zie [12, 13, 14a, 14b, 15a en 15b] is in aanvulling op bovenstaande bodemdalingprognoses rekening gehouden met een onzekerheidsfactor, het geen resulteert in een verwachte cumulatieve bodemdaling van 8.2 - 16.4 cm in 2050 in het diepste punt van de

bodemdalingschotel. De verwachte bodemdalingsnelheid in het diepste punt ligt tussen 2 en 4 mm per jaar.



Figuur 4: Cumulatieve bodemdaling bij verschillende scenario's (in tabel 9)

Er wordt onderzocht of, in aanvulling op de periodieke waterpassing, een systeem voor hoogfrequente monitoring van de bodembeweging kan worden geïnstalleerd welke kan dienen ter bevestiging van de geprognosticeerde bodembeweging. De uitkomsten van dit onderzoek zullen worden opgenomen in het jaarlijks in te dienen meetplan.

4.3 Risicoanalyse omtrent de bodembeweging en bodemtrilling

Volgens artikel 26, lid g van het mijnbouwbesluit dient een risicoanalyse betreffende bodembeweging als gevolg van de opslag als bedoeld in 4.1.1 en 4.1.2 gegeven te worden.

4.3.1 Risicoanalyse bodembeweging

Er zijn verschillende (complementaire) methoden om het gedrag van het zout, en daarmee de mate van bodemdaling aan het maaiveld, te bepalen en te valideren. Daarbij gaat het in wezen om de bepaling van de viscoplastische eigenschappen (het kruipgedrag) van het steenzout. Te noemen zijn het uitvoeren van materiaalonderzoek aan kernen in gespecialiseerde laboratoria, het uitvoeren van gesteentemechanische berekeningen (FEM) en het opstellen van massabalansen in combinatie met sonarmetingen en/of waterpassingen.

Hoewel er jarenlange ervaring is met zoutwinning in het gebied Zuidwending, kan er geen kwantitatieve uitspraak over de onzekerheid over de verwachte bodemdaling als gevolg van opslagactiviteiten gedaan worden. Op basis van de uitkomsten van de geomechanische studies en de bodemdalingprognoses is de onzekerheid in de bodemdalingprognose ondervangen door gebruik van een onzekerheidsfactor 2.

4.3.2 Risicoanalyse bodemtrilling

Er worden geen bodemtrillingen verwacht als gevolg van zoutwinning of gasopslag. In de provincie Groningen treden echter wel bevingen als gevolg van gaswinning op. Volgens publicaties van het KNMI in De Bilt bedraagt de maximaal te verwachten bevingsterkte in het betreffende gebied 3,9 op de schaal van Richter. Het effect van dergelijke bevingen op de installaties zal minimaal zijn. De ondergrondse constructies zoals ondiepe leidingen, ondergronds gecementeerde verbuizingen en cavernes zijn volgens ervaringen in Europa bestand tegen aardbevingen met magnitude 4.

4.4 Omvang en aard van schade

4.4.1 Algemeen

Volgens artikel 24, lid q van het mijnbouwbesluit dient een beschrijving van de mogelijke omvang en de verwachte aard van de schade door bodembeweging gegeven te worden.

Bodemdaling door opslag manifesteert zich aan het maaiveld in de vorm van een platte gelijkmatige schotel. De ontwikkeling van de schotel heeft in theorie een scheefstelling tot gevolg waarvan de gradiënt echter zeer gering is.

4.4.2 Schade aan openbare infrastructuur door bodembeweging

Omdat bodemdaling een geleidelijk en gelijkmatig verloop heeft, wordt geen directe schade aan bouwwerken en infrastructuur verwacht. Niet uitgesloten is echter dat de bodemdaling gevolgen kan hebben voor het normale beheer en het onderhoud van waterkeringen en waterlopen. Uit overleg met het waterschap Hunze en Aa's blijkt dat het waterschap bij een bodemdaling van 10 cm de effecten op de waterhuishouding wil controleren. Men geeft er de voorkeur aan tijdig maatregelen te treffen, die schade voorkomen, in plaats van te wachten tot schade optreedt die dan op de Aardgasbuffer verhaald zouden moeten worden. Daartoe is in maart 2005 het "Verkennd onderzoek waterhuishouding Zuidwending, analyse en maatregelen" [16] opgesteld. In dit rapport worden twee fasen uitgewerkt. De eerste stap is een analyse van de te nemen maatregelen bij bodemdaling. Deze analyse wordt gerelateerd aan dalingsstappen van 10 cm. Gekoppeld aan een nauwkeuriger voorspelling van de bodemdaling in de tijd wordt in de tweede stap een beschrijving gemaakt van de te nemen beheersmaatregelen. Voor zover dat beheer onvermijdelijk te maken meebrengt die, in overeenstemming met het gestelde in paragraaf 4.5, voor vergoeding in aanmerking komen dan rust op de Aardgasbuffer de verplichting die schade in overeenstemming met de regels van het burgerlijk recht te vergoeden.

4.4.3 Schade aan bouwwerken door bodemtrillingen

Gezien de visco plastische eigenschappen van het zoutvoorkomen wordt geconcludeerd dat het uiterst onwaarschijnlijk is dat door gasopslag bodemtrillingen geïnduceerd zullen worden.

4.4.4 Schade aan natuur en milieu door bodemdaling

Zie 4.4.2.

4.5 Maatregelen om bodembeweging te voorkomen of te beperken

De operationele grenzen waarbinnen de cavernes geopereerd worden, zijn zo opgesteld dat de verwachte convergentie en daarmee de verwachte bodembeweging beperkt blijft, zie [12].

4.6 Maatregelen die gevolgen van schade door bodembeweging beperken of voorkomen

Het injectie- en productieproces beweegt zich binnen de vastgestelde bedrijfsvoering(enveloppe (zoals beschreven in B5). Door de wettelijke verplichting om bodemdaling te meten in overeenstemming met een goedgekeurd meetplan, wordt de veroorzaakte bodembeweging gevolgd en is een vergelijking met de voorspelde bodemdaling mogelijk.

Daarnaast wordt onderzocht of een systeem voor hoogfrequente monitoring van de bodemdaling kan worden ingevoerd dat inzicht kan geven in de invloed van de gasopslagactiviteiten op bodembeweging. In dit verband wordt opgemerkt dat het meetplan in onderling overleg tussen de medevergunninghouders wordt opgesteld en aan Staatstoezicht op de Mijnen wordt aangeboden. Dit meetplan omvat zowel de pekewinningscavernes als de gasopslagcavernes.

Omdat gasopslag een geleidelijke en gelijkmatige bodemdaling veroorzaakt, wordt geen schade aan bouwwerken verwacht. Indien als gevolg van bodemdaling door opslag de waterhuishouding of andere waterstaatkundige werken toch op ontoelaatbare wijze worden beïnvloed, zullen in overleg met de beheerders of onderhoudsplichtigen van die werken maatregelen of voorzieningen worden getroffen ter beperking of voorkoming van hieruit voortvloeiende schade of gevaar.

4.7 Beëindiging van de opslag

Na beëindiging van de opslag worden de cavernes met water en/of pekewater gevuld. Aansluitend kunnen de boringen, eventueel na ombouw, voor de reguliere pekewaterproductie gebruikt worden. Mocht daaraan geen behoefte bestaan dan worden de cavernes afgesloten volgens de daarvoor dan geldende voorschriften. Een en ander wordt op dat tijdstip beschreven in het sluitingsplan als bedoeld in de wet en ter instemming voorgelegd aan de Minister van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie.

5 Kosten van de uitbreiding (vertrouwelijke informatie)

Bedrijfs- en productiegegevens die conform het bepaalde in artikel 10 lid 1 sub c van de Wet openbaarheid van bestuur (Wob) vertrouwelijk worden medegedeeld.

Met nadruk wordt verzocht de op in dit hoofdstuk voorkomende bedrijfs- en productiegegevens overeenkomstig artikel 3:11 tweede lid respectievelijk artikel 3:21 derde lid van de Algemene wet bestuursrecht (Awb) niet op enigerlei wijze aan de openbaarheid prijs te geven door de inhoud van dit formulier ter inzage te leggen of in (openbare) documenten over te nemen.

De in tabel 10 getoonde kosten zijn geschat aan de hand van de ontwerpgegevens en de ervaringen opgedaan uit de eerste fase van het project.

Beschrijving	Kosten
Investeringskosten	100 miljoen Euro
Bedrijfsvoeringskosten	Ca. 3 miljoen euro per jaar

Tabel 10: Kosten van de uitbreiding van de opslag op jaarbasis en investeringen

Verzendlijst

Ministerie van Economische Zaken (2 exemplaren)

N.V. Nederlandse Gasunie

Akzo Nobel Salt b.v.

Nuon Storage b.v.

Gasunie Underground Storage b.v.

Gasunie Zuidwending b.v.

6 Referentielijst

		Op CDrom	Vertrouweljk
[1]	Beschikking in gevolge Wet milieubeheer: Ondergrondse aardgasbuffer Zuidwending (locatie zuid), Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, 24 mei 2011	Ja	Neen
[2]	Beschikking ingevolge Wet milieubeheer: Ondergrondse aardgasbuffer Zuidwending (locatie noord), Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, 24 mei 2011	Ja	Neen
[3]	Mapping of the Zuidwending Salt Dome. TNO-report NITG 99-209-C, Project number 005.70114/01.02, Netherlands Institute of Applied Geoscience TNO, December 1999	Ja	Ja
[4]	Actualisering van de bestaande geologische kaarten van de concessie Adolf van Nassau en van de concessies Twenthe-Rijn, Buurse en Uitbreiding Twenthe-Rijn. Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO, projectnummer NITG 02-194-C, Utrecht december 2002.	Ja	Ja
[5]	"Application of Virtual Source technology to the Zuidwending gas storage project", By J. Ferrandis, A. Mateeva, P. Jorgensen, J. Lopez, Shell International Exploration & Production, Houston, USA, H. Dijkerman, Shell Exploration & Production Europe, Assen, The Netherlands. The Leading Edge.2009; 28: 296-301	Ja	Ja
[6]	"Geological Exploration for Storage Cavern Construction in the Zuidwending Salt Dome, The Netherlands, by Max Wippich, Margarethe Kleczar, Fritz Wilke, SMRI Fall 2010 Technical Conference, 3 - 6 October 2010, Leipzig Germany	Ja	Neen
[7]	Rock Mechanical Investigations on Rock Salt from the Zuidwending Gas Storage Site, IfG Institut für Gebirgsmechanik, D.Brückner, 30 mei 2008, Leipzig.	Ja	Neen
[8]	Permeabilitätsuntersuchungen an Steinsaltz, IfG Institut für Gebirgsmechanik, D.Brückner, 11 juni 2010, Leipzig	Ja	Neen
[9]	Geomechanical Concept Study for the Operation of a Natural Gas Reservoir in the Leached Caverns of the Salt Dome Zuidwending (Netherlands) IfG Institut für Gebirgsmechanik, D.Brückner, 27 februari 2004, Leipzig	Ja	Neen
[10]	Rock-mechanical Appraisal on the Positioning of additional Caverns in the Zuidwending Salt Dome and Safety Distances between Gas Storage Caverns, IfG Institut für Gebirgsmechanik, D.Brückner, november 2007, Leipzig	Ja	Neen
[11]	Rock mechanical statement on the revised cavern field layout for Zuidwending gas storage, IfG Institut für Gebirgsmechanik, D.Brückner, 2009, Leipzig	Ja	Neen

		Op CDrom	Vertrouweljk
[12]	Geomechanical Modelling – Natural Gas Storage Zuidwending (NL), IfG Institut für Gebirgsmechanik, 30 september 2009, Leipzig	Ja	Neen
[13]	Extended recommendations for cyclic operated storage caverns “Aardgasbuffer Zuidwending” NL, IfG Institut für Gebirgsmechanik, 28 september 2011, Leipzig	Ja	Ja
[14a]	Senkungsprognose für den Erdgasspeicher Zuidwending, (Datenbasis 2005), Abschlussbericht-Textband, BGR, februari 2008, Hannover	Ja	Neen
[14b]	Senkungsprognose für den Erdgasspeicher Zuidwending, (Datenbasis 2005), Abschlussbericht-Anlageband, BGR, februari 2008, Hannover	Ja	Neen
[15a]	Senkungsprognose für den Erdgasspeicher Zuidwending Soprano ZW-2, (Datenbasis 2005), Abschlussbericht-Textband, BGR, oktober 2010, Hannover	Ja	Neen
[15b]	Senkungsprognose für den Erdgasspeicher Zuidwending Soprano ZW-2, (Datenbasis 2005), Abschlussbericht-Anlageband, BGR, oktober 2010, Hannover	Ja	Neen
[16]	Verkennd onderzoek waterhuishouding Zuidwending, Analyse en maatregelen, Arcadis, (2005)	Ja	Neen