



## Leeswijzer

# Uitbreiding opslagcapaciteit Gasopslag Bergermeer

November 2018

## Inhoud

1.	Inleiding.....	3
2.	Historie Bergermeerreservoir: van gaswinning naar gasopslag .....	4
2.1	1970-2007: gaswinning .....	4
2.2	2008-2014: voorbereiding gasopslag.....	4
2.3	2015-2018: gasopslag operationeel.....	5
3.	Bodembewegingen .....	5
3.1	Soorten bodembewegingen.....	5
3.2	Bodembewegingen tijdens gaswinning (1970 - 2007).....	6
3.3	Bodembewegingen tijdens opvullen en operatie (2008 – 2018).....	6
4	Modellen en monitoring .....	7
4.1	Modellen .....	7
4.2	Monitoring .....	8
4.2.1	Monitoring met seismische apparatuur om trillingen waar te nemen.....	8
4.2.2	Monitoring via GPS .....	9
5.	Uitbreiding en aanvullende studies .....	9
5.1	Motivatie voor uitbreiding .....	9
5.2	Aanvullende studies voor toestemming tot 150 bar .....	10
5.2.1	Aanmeldingsnotitie MER-beoordeling.....	10
5.2.2	QRA update voor Bergermeerlocatie met reservoirdruk van 150 bar .....	10
5.2.3	3D geomechanisch model 77-133 bar met addendum uitbreiding 150 bar.....	11
6	Beheersplannen en -maatregelen .....	12
6.1	Verkeerslichtmanagementsysteem .....	12
6.2	Actief reservoirmanagement .....	13
6.3	Schadeafhandeling: Nulmeting en Convenant bodembeweging .....	13
7	Toelichting op de vergunningprocedure voor 150 bar .....	13

## 1. Inleiding

TAQA houdt zich in Nederland bezig met de opsporing, winning en ondergrondse opslag van fossiele brandstoffen. Op het Nederlands deel van de Noordzee wordt zowel gas als olie gewonnen. In Noord-Holland is TAQA naast gaswinning, actief in de ondergrondse opslag van aardgas in onder andere Gasopslag Bergermeer.

Gasopslagen dragen op een milieutechnisch en economisch verantwoorde wijze bij aan de leveringszekerheid van aardgas. Deze bijdrage is belangrijk omdat de gasproductie in Nederland terugloopt. Hierdoor moet gas van steeds verder worden aangevoerd en schakelt Nederland langzaam om van een gas producerend en -exporterend land naar een gas importerend land. Het flexibel aansluiten van aanbod vanuit gasproductie op de grote vraag naar gas in winter voor het verwarmen van huizen en als grondstof voor industrieën en energiecentrales is niet meer vanzelfsprekend. Ondergrondse opslagvoorzieningen zijn daarom essentieel om deze vraag en aanbod op elkaar te laten aansluiten.

Daarnaast speelt gasopslag een belangrijke rol in de huidige energietransitie van fossiele naar duurzame energie. Deze transitie begint grotere vormen aan te nemen met de bouw van meer windparken op zee en meer geïnstalleerde zonnepanelen. Wanneer de wind echter niet waait of de zon niet schijnt, moet een reservebrandstof snel kunnen worden ingeschakeld om de weggevalen elektriciteit alsnog te kunnen voorzien. Gasopslag is hiervoor uitermate geschikt; het kan veel energie (in de vorm van gas) opslaan, dit snel beschikbaar maken voor gas gedreven elektriciteitscentrales en is minder vervuilend in vergelijking met andere fossiele brandstoffen.

Voor de realisatie van de opslag zijn diverse vergunningen, ontheffingen en toestemmingen gegeven. Hierin is bepaald dat de maximale gemiddelde druk in het reservoir 133 bar mag zijn. Echter, ten tijde van de ontwerpfase voor het gebruik van het reservoir als opslag is een drukbereik tussen de 77 en 150 bar aangehouden. De diverse installaties en leidingwerken zijn hierop ook ontworpen en de toezichthouder en wettelijke adviseurs gaven hiervoor destijds toestemming. Het opslagplan noemt als eerste fase van het plan een maximale druk van 150 bar, in een tweede fase 205 bar. Echter, omdat het originele milieueffectrapport en ontwerp(rijks)inpassingsplan waren opgesteld voor een maximum van 133 bar is in het instemmingsbesluit over het opslagplan van april 2011 besloten het drukbereik voorlopig tot 133 bar te beperken.

Nu de installatie in gebruik is genomen en de verder opgedane kennis van het veld, door onder andere gebruik van microseismiek en GPS metingen, geen aanleiding geeft voor zorgen wil TAQA de installatie in gebruik nemen zoals oorspronkelijk bedoeld was, tot maximaal 150 bar gemiddeld. Deze druk is nog altijd ruim onder de oorspronkelijke druk van 228 bar in het reservoir.

Ondanks de eerdere goedkeuringen zijn opnieuw diverse studies uitgevoerd. Deze studies onderbouwen dat een verhoging naar maximaal 150 bar veilig en milieuverantwoord is. Op welke manier deze studies samenhangen met voorgaande studies en hoe deze bijdragen aan de aanvraag voor een verhoging naar 150 bar en de procedure *an sich* is een complexe puzzel. Het doel

van deze leeswijzer is de lezer hierin wegwijs te maken. Eerst wordt de historie van het Bergermeerreservoir geschetst (inclusief bijbehorende bodembewegingen), vervolgens wordt een uitleg gegeven op welke manieren we kennis vergaren over de ondergrond en deze monitoren, om uiteindelijk een overzicht en samenvatting te geven van de uitgevoerde studies in aanvraag voor de uitbreiding van de opslagcapaciteit. De leeswijzer sluit af met een overzicht van beheersmaatregelen om actie te kunnen ondernemen mocht daarvoor aanleiding zijn en een toelichting op het vergunningsproces.

## 2. Historie Bergermeerreservoir: van gaswinning naar gasopslag

### 2.1 1970-2007: gaswinning

Na de ontdekking van aanwezige gasreserves in het Bergermeerreservoir tussen Alkmaar en Bergen op een diepte van ruim twee kilometer in de late jaren '60 volgde een lange periode van winning. De druk in het reservoir bij aanvang van de winning was 228 bar. Deze winning vond plaats op een winningslocatie langs de Bergerweg in de gemeente Bergen. Met een pijpleiding werd het op deze locatie gewonnen gas naar TAQA's gasbehandelingslocatie aan de Oude Helderseweg in Alkmaar gevoerd. Hier werd het gas gedroogd en behandeld zodat het binnen de specificaties van het landelijk gastransportnet afgevoerd kon worden. Nadat de van nature in dit reservoir aanwezige hoeveelheid aardgas met 7 beschikbare putten nagenoeg geheel was gewonnen (resterende druk 15 bar), werd in 2006 besloten tot ombouw naar een gasopslag. Vanwege de omvang van het reservoir, de locatie en de karakteristieken van het gesteente leende het Bergermeerreservoir zich hier uitstekend voor.

### 2.2 2008-2014: voorbereiding gasopslag

Vanaf 2008 werd daarom begonnen het gasreservoir weer op te vullen met extern gas. Hierdoor steeg de druk in het reservoir langzaam weer, van de 15 bar aan het eind van de winning in verschillende stappen naar 35 en vervolgens 77 bar (juni 2014). Hiermee werd de 'bodem' gelegd voor de later te realiseren Gasopslag Bergermeer. Dit initieel geïnjecteerde gas wordt het 'kussengas' genoemd en is nodig om de gasopslag op een energie-efficiënte manier te opereren. Na het verkrijgen van alle vergunningen is in 2012 gestart met de bouw van alle installaties.

Om de opslagoperaties te kunnen uitvoeren moest de faciliteit grondig op de schop. De oude winningslocatie aan de Bergerweg (de Bergermeerlocatie) werd geheel gerenoveerd en voorzien van 14 nieuwe gasputten, de oude gasputten werden deels ontmanteld. Vanaf deze locatie vindt via de nieuwe putten *injectie* van gas plaats, en bij vraag wordt via deze putten het gas weer *uit* het reservoir gehaald (*productie*). Omdat de capaciteit van de bestaande gasbehandelingslocatie aan de Oude Helderseweg te laag was, is hiervoor een nieuwe gasbehandelingsinstallatie (Boekelermeerlocatie) gebouwd aan de zuidrand van Alkmaar. Deze locatie is met de Bergermeerlocatie verbonden via diverse ondergrondse pijpleidingen (zie figuur 1).



Figuur 1 Puttenlocatie, behandelingsinstallatie en verbindende ondergrondse pijpleidingen tracé.

### 2.3 2015-2018: gasopslag operationeel

In 2014 kon na twee jaar bouw begonnen worden met gedeeltelijke operatie van de installaties. Het reservoir was op dat moment weer voor een flink deel gevuld (ongeveer 72 bar). Volledige afronding van de installaties volgde in de winter van 2014/15 waarmee de afronding van de realisatie op 1 april 2015 een feit was. De hoeveelheid gas in het reservoir op het moment van schrijven (Q4 2018) is ongeveer 50% van wat er zich oorspronkelijk in bevond.

## 3. Bodembewegingen

Omdat de benodigde studies voor het analyseren van de veiligheid van een verhoging van de druk zich voornamelijk concentreren op effecten onder de grond, wordt hieronder een uitleg gegeven van *soorten* bodembewegingen en specifiek ingegaan op historische bodembeweging in het Bergermeerreservoir.

### 3.1 Soorten bodembewegingen

Bodembeweging in relatie tot aardgaswinning kan zich op twee verschillende manieren voordoen:

1. *bodemdaling* als gevolg van het winnen van gas;
2. *bodemtrillingen* als gevolg van spanningen in de ondergrond na of tijdens de winning van gas.

Aardgas is miljoenen jaren geleden ontstaan als gevolg van ineengedrukt plantaardig materiaal dat werd bedekt door nieuwe aardlagen. Het aardgas hoopte zich op in de ruimten (poriën) tussen de korrels waaruit het reservoirgesteente bestaat. Daar waar boven een reservoirgesteente een

ondoordringbare laag zit, blijft het gas ingesloten. Daar waar dat niet het geval was, verdwijnt het gas in de loop van de jaren vanzelf uit de ondergrond naar de atmosfeer. Als gevolg van het winnen van het gas neemt de druk in de poriën tussen de gesteentekorrels af. Door het gewicht van de bovenliggende lagen wordt het gesteente waarin het gas zich bevindt langzaam in elkaar gedrukt (compactie). Dat samendrukken vertaalt zich naar het aardoppervlak toe in een *daling* van de bodem. Het tegenovergestelde proces voltrekt zich wanneer een leeg reservoir weer wordt opgevuld met gas en de druk toeneemt. Het aardoppervlak *stijgt* weer afhankelijk van het volume geïnjecteerd gas. Dit soort bewegingen zijn goed te volgen met GPS stations boven het reservoir (zie paragraaf 4.2.2 voor een nadere uitleg over dit monitoringsysteem).

Door het dalen van de druk tussen de poriën in een met gas gevuld reservoir kunnen daarnaast spanningen in het gesteente ontstaan. Dit kan leiden tot *trillingen* oftewel seismische activiteit (bevingen). Trillingen zijn waar te nemen door seismische apparatuur, geplaatst in de ondergrond (zie paragraaf 4.2.1 voor een nadere uitleg over dit monitoringsysteem).

Beide fenomenen hebben zich boven en in het Bergermeerreservoir laten zien.

### 3.2 Bodembewegingen tijdens gaswinning (1970 - 2007)

Voor Bergermeer was het verschijnsel van daling (compactie) tijdens de winning ook aan de orde: er ontstond een bodemdalingsschotel met op het diepste punt een daling van 12 cm boven het Bergermeerreservoir<sup>1</sup>.

Daarnaast hebben zich tijdens de fase van winning in 1994 en 2001 in totaal vier bevingen voorgedaan. Deze hadden een magnitude tussen de 3.0 en 3.5 op de schaal van Richter. Het Bergermeerreservoir bestaat simpel gezegd uit twee hoofdcompartimenten die (deels) worden gescheiden door een gas doorlatende centrale breuk. Door het dalen van de druk tussen de poriën in het reservoir veranderde de spanning op die centrale breuk. Dit resulteerde in de bevingen van 1994 en 2001. Het verschil in druk ten opzichte van de originele druk ten tijde van de beving in 1994 bedroeg 165 bar. Ten tijde van de beving in 2001, toen het veld nog verder leeg was gewonnen, was dit verschil 196 bar. In beide gevallen was het drukverschil over de centrale breuk rond de 30 bar.

### 3.3 Bodembewegingen tijdens opvullen en operatie (2008 – 2018)

Na 2008 werd begonnen het veld weer te vullen met aardgas, waarbij het verschil in druk met de originele druk (228 bar) werd gereduceerd. Door het langzaam weer verhogen van de druk stabiliseerde het veld. Dit ging in de ondergrond gepaard met waargenomen microseismische activiteit rond de breuken<sup>2</sup>, in lijn met eerder gemodelleerde verwachtingen. Deze trillingen hadden een kleine magnitude (< 1.0) en waren niet voelbaar aan het oppervlak. Na het bereiken van een hogere druk door verdere opvulling van het reservoir en een gering drukverschil over de centrale breuk, nam de microseismische activiteit af.

---

<sup>1</sup> De gehele bodemdalingsschotel in de Bergermeer betreft een gebied met een doorsnede van ongeveer 10 km. Het diepste punt is geregistreerd onder de Groeneweg, vlakbij de puttenlocatie Bergermeer. De gemeten bodemdaling kan gedeeltelijk toegekend worden aan het leeg produceren van het Bergermeerveld. Andere natuurlijk processies zoals inklinking kunnen ook voor bodemdaling zorgen, naast de daling als gevolg van winning van aardgas uit andere reservoirs.

<sup>2</sup> Trillingen met een magnitude kleiner dan 1.5 worden beschouwd als microseismisch.

De verwachte stijging van het aardoppervlak in de bodemdalingsschotel boven het Bergermeerreservoir trad ook op. Vanaf het begin van de monitoring in 2013 is een lichte beweging van de GPS antennes waarneembaar. De stations vertonen een min of meer vergelijkbaar gedrag waarbij een lichte stijgingstrend waarneembaar is. De bodem boven het Bergermeerreservoir begint dus heel langzaam weer terug te veren, maar wel minder dan verwacht (zie paragraaf 5.2.3 voor een verklaring).

## **4 Modellen en monitoring**

Voor het verkrijgen van toestemming voor de realisatie van de Gasopslag Bergermeer is in 2008 een groot aantal studies naar de geologische en geomechanische karakteristieken van het reservoir uitgevoerd. Tijdens de operatie is vervolgens ook gemonitord hoe het reservoir zich daadwerkelijk gedraagt en op welke wijze zich dit naar het oppervlak vertaalt. Dit monitoren doet TAQA, zoals hierboven al gemeld, op twee manieren: via seismische apparatuur voor eventuele trillingen en via GPS metingen voor de daling (en stijging) van het aardoppervlak. Dit hoofdstuk zal verder ingaan op deze studies, modellen en monitoring.

### **4.1 Modellen**

Aan de goedkeuring voor de Gasopslag Bergermeer lagen ten tijde van de vergunningverlening diverse studies naar de verwachte gedragingen van het Bergermeerreservoir ten grondslag. Statische en dynamische reservoirmodellen (zie kader) van TAQA vormden het voorwerk dat diende als basis voor een door TNO uitgevoerde 2D geomechanische studie in 2008. Op deze studie verrichtte het Massachusetts Institute of Technology (MIT) in Boston op verzoek van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (MEZK) een second opinion in 2009. Deze second opinion bevestigde de belangrijkste conclusies uit de TNO studie, namelijk dat opvulling het reservoir stabielere zou maken en dat het opereren van de opslag in het 'stabiele' gebied van de gesteentespanning zou plaatsvinden.

In de loop van 2011 werd op initiatief van TAQA een 3D geomechanisch simulatiemodel van het Bergermeerreservoir ontwikkeld, het eerste 3D geomechanisch model in Nederland. Hierbij diende drukgegevens uit het eerdere dynamisch model als input om het gedrag van het reservoir tijdens vullen en legen te simuleren. Om dit model te verifiëren werd in 2011 ook door TNO een 3D geomechanisch model gemaakt. TNO bevestigde de bevindingen van het op initiatief van TAQA opgestelde geomechanisch model. Deze beide studies hadden een bereik tot 133 bar.

Uit de verschillende onderzoeksrapportages werd geconcludeerd dat de seismische risico's bij het in gebruik nemen van het reservoir als gasopslag tot een bereik van 133 beperkt waren.

## Statische, dynamische en geomechanische modellen

Een **statisch** model van de ondergrond is een 3D geologisch model waarin op basis van informatie van in het verleden uitgevoerde boringen in het gesteente en seismologisch onderzoek, het reservoir wordt beschreven. Het gaat om karakteristieken als de doorlatendheid en porositeit van het gesteente, de breuken in het reservoir en de dikte en samenstelling van de diverse lagen in de ondergrond.

Door het invoeren van drukken en productie- en injectiesnelheden uit de verschillende putten in het statisch model wordt het mogelijk gemaakt om van het statisch model te komen tot een **dynamisch** model, waarmee de manier waarop gas en water zich door het reservoir heen zullen bewegen, inzichtelijk wordt gemaakt.

In een **geomechanisch** model wordt op basis van de gegevens uit het statische en dynamische model het 'spanningsgedrag' in het reservoir berekend. Deze spanningen veranderen als de druk door gaswinning of gasinjectie in het reservoir verandert. Doordat de spanning in het reservoir verandert, kunnen breuken of delen van breuken instabiel (kritisch gespannen) of juist weer stabiel worden. Op een instabiele breuk kan verschuiving (zogenaamde seismische slip) plaatsvinden wat een beving kan veroorzaken. Een geomechanisch model geeft daarom een indicatie of er een beving te verwachten is. Spanningsverandering in het reservoir vertaalt zich ook naar het oppervlak als vorm van bodembeweging. Een geomechanisch model geeft ook een idee over de verwachte bodembeweging. Met een geomechanisch model wordt het meest complete beeld verkregen hoe het reservoir zich gedraagt.

## 4.2 Monitoring

Monitoring dient ertoe om gegevens te verzamelen van wat er in de diepe ondergrond gebeurt en vroegtijdig onverwachte ontwikkelingen in het reservoir te zien waardoor eventueel proactief, corrigerende maatregelen kunnen worden genomen. Gasopslag Bergermeer wordt gemonitord met behulp van microseismische apparatuur en GPS.

### 4.2.1 Monitoring met seismische apparatuur om trillingen waar te nemen

Eén van de voorwaarden voor de toestemming van de huidige vergunning tot 133 bar was het installeren van een systeem waarmee microseismische activiteiten in de ondergrond kunnen worden gesignaleerd. Deze microseismische activiteiten kunnen niet aan de oppervlakte door mensen worden gevoeld en zijn alleen met uiterst gevoelige apparatuur, zogenaamde geofoons, te registreren. TAQA heeft in 2010 zo'n permanent microseismisch monitoringsysteem geïnstalleerd. Op basis van de gegevens van deze microseismische monitoring publiceert TAQA maandelijks een rapport met resultaten op haar website<sup>3</sup>.

Deze microseismische metingen worden aangevuld met metingen verricht door het oppervlaktenetwerk van accelerometers (versnellingsmeters) en geofoons van het KNMI. Deze accelerometers en geofoons kunnen grotere seismische activiteiten waarnemen. Waar het microseismisch systeem van TAQA activiteiten meet met een magnitude van -3 tot 1, registreert het KNMI netwerk activiteiten met een magnitude vanaf 1.

<sup>3</sup> <http://www.tagainnederland.nl/downloads/>



### 4.2.2 Monitoring via GPS

Naast bovengenoemde systemen die monitoren voor trillingen, zijn er op 4 locaties binnen het invloedgebied van Gasopslag Bergermeer en 2 locaties daarbuiten (als referentiestation) GPS stations aangebracht waarmee bewegingen in het verticale vlak continue worden gemonitord (daling/stijging). Deze data wordt maandelijks gebundeld in een rapportage die wordt gedeeld met het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) en zijn ook publiek<sup>4</sup>. Op deze manier wordt gekeken hoe injectie in en productie uit het reservoir zich vertalen in beweging aan het maaiveld.

Tenslotte worden in een gebied van 200 km<sup>2</sup> elke 5 jaar ruim 400 vaste meetpunten in gebouwen op hoogte gemeten (zogenaamde waterpassingen) en gecontroleerd. Hierbij wordt ook gekeken of er sprake is van daling dan wel stijging op specifieke punten in het landschap. Dit is een onderzoek dat aansluit bij een omvangrijker, nationaal ingestoken meetnet.

## 5. Uitbreiding en aanvullende studies

### 5.1 Motivatie voor uitbreiding

Voor de realisatie van de Gasopslag Bergermeer zijn na een vergunningsprocedure (inclusief Milieueffectrapport (MER)) een groot aantal vergunningen, ontheffingen en toestemmingen gegeven, en is ruimtelijke inpassing mogelijk gemaakt met een Rijksinpassingsplan. Na een positieve uitspraak van de Raad van State in 2012 werden alle in 2011 verleende besluiten en toestemmingen definitief en werd gestart met de bouw.

Eén van deze toestemmingen is het opslagplan op grond van de Mijnbouwwet geweest. Daarmee werd het mogelijk de tot dusver vergunde opslagruimte in het leeg geproduceerde Bergermeerreservoir in gebruik te nemen met een werkbereik van 77 bar tot maximaal 133 bar gemiddeld.

Het verzoek voor een goedkeuring op het nieuwe opslagplan in 2008 had echter een bredere horizon beschreven. Een eerste fase van de ingebruikname van het opslagplan richtte zich op operatie tot maximaal 150 bar. Naar aanleiding van de uitgevoerde studies en adviezen van wettelijke adviseurs (TNO Bouw en Ondergrond, SodM, Technische Commissie Bodembeweging (Tcbb)) was ook al geconcludeerd dat daar geen bezwaar tegen was. De installaties op de Bergermeerlocatie en de Boekelermeerlocatie, alsmede de tussenliggende pijpleidingen, waren daarvoor ook ontworpen. Het uitbreidingsvoornemen was ook in het MER al benoemd.

Ondanks dat het dus in de bedoeling lag om de beschikbare reservoir opslagruimte tot maximaal 150 bar te benutten, is tijdens de procedure rond de oprichting van Gasopslag Bergermeer door vergunningverlener besloten een maximum van 133 bar toe te staan. De reden hiervoor was dat het originele MER (en ontwerp(rijks)inpassingsplan) waren uitgevoerd op een maximum van 'slechts' 133 bar. Het vergroten van de opslagcapaciteit tot 150 bar of hoger, en de definitieve toestemming daarvoor, werd daarmee uitgesteld tot een later tijdstip.

Nu de boringen zijn afgerond, de installaties in gebruik zijn genomen, het reservoir zoals verwacht stabiel is geworden en gasopslagen in de komende decennia nog een belangrijke rol zullen blijven

---

<sup>4</sup> <http://www.nlog.nl/geodetische-meetregisters-en-gps-metingen>

vervullen, wil TAQA de mogelijkheid benutten om de druk in het Bergermeerreservoir te kunnen verhogen naar maximaal 150 bar. Hiervoor is TAQA met het ministerie van Economische Zaken en Klimaat in gesprek gegaan om te komen tot een wijziging van het instemmingsbesluit van het opslagplan naar 150 bar.

## 5.2 Aanvullende studies voor toestemming tot 150 bar

Om te komen tot deze toestemming is onderzoek nodig dat aantoont dat de aangevraagde wijziging niet leidt tot belangrijke nadelige gevolgen voor het milieu. Met het begrip milieu wordt in de regel een divers scala aan omgevingsaspecten bedoeld, zoals bijvoorbeeld veiligheid, bodem, geluid, luchtemissies, effecten voor de natuur en het landschap.

In dit geval gaat het om het uitbreiden van de in het reservoir potentiële aanwezige *hoeveelheid* gas waarmee kan worden voorzien in een vraag naar meer gas in de winter. Dit specifieke geval betreft dus een uitbreiding die zich ondergronds afspeelt en die mogelijk een effect kan hebben op het functioneren van de bestaande installaties bovengronds. Voor de duidelijkheid; de uitbreiding behoeft géén ingrijpende of fysieke werkzaamheden bovengronds. Ook kan er een mogelijk effect zijn op de veiligheid voor de gehele omgeving als gevolg van een eventueel risico op bodembeweging. De reikwijdte van de mogelijke effecten richt zich daarmee vooral op veiligheid, en niet op effecten die gepaard gaan met de bouw van een dergelijke gasopslag, zoals bijvoorbeeld geluidhinder, verkeerseffecten en lichtuitstraling.

In overleg met het ministerie van Economische Zaken en Klimaat en het Staatstoezicht op de Mijnen zijn de onderstaande studies uitgevoerd om tot een mogelijke finale toestemming voor het gebruiken van de opslag tot 150 bar te komen. Voor iedere studie is een korte samenvatting bijgevoegd. Voor alle details kunnen de daadwerkelijke documenten worden geraadpleegd op [www.tagainnederland.nl/downloads](http://www.tagainnederland.nl/downloads).

### 5.2.1 Aanmeldingsnotitie MER-beoordeling

Hoewel de uitbreidingsoptie naar 150 bar wel in het oorspronkelijke MER is genoemd, is om het eerder opgestelde MER procedureel volledig compleet te maken, een Aanmeldingsnotitie MER-beoordeling opgesteld voor de verhoging naar 150 bar. De conclusie hiervan is dat er geen sprake is van belangrijke nadelige gevolgen voor het milieu. Het doorlopen van een nieuwe milieueffectrapportage heeft daarom geen toegevoegde waarde voor de uitbreiding van de opslagcapaciteit van Gasopslag Bergermeer.

Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat heeft deze Aanmeldingsnotitie beoordeeld en op 17 oktober 2018 besloten dat voor de voorgenomen activiteit inderdaad geen milieueffectrapport (MER) opgesteld hoeft te worden. Hierover is op 24 oktober een kennisgeving in de Staatscourant en de lokale bladen geplaatst.

### 5.2.2 QRA update voor Bergermeerlocatie met reservoirdruk van 150 bar

Met een kwantitatieve risico-analyse (QRA) worden de risico's voor de omgeving van een bovengrondse industriële installatie bepaald. Voor alle bovengrondse installaties van de Gasopslag Bergermeer, inclusief de tussenliggende leidingen, zijn QRA's uitgevoerd. Voor de gasbehandelings- en compressie-installatie op de Boekelermeer was deze al uitgevoerd op een reservoirdruk van 150 bar. De QRA voor de tussenliggende leidingen was zelfs al uitgevoerd op 160 bar. Voor de puttenlocatie Bergermeer is de QRA nu ook geactualiseerd voor een reservoirdruk van 133 naar 150

bar. De kleinere contour die het gevolg is van de op dit moment verplichte rekenmethodiek, zal aan de bestaande vergunning worden toegevoegd. Dit gebeurt door de omgevingsvergunning van de puttenlocatie Bergermeer op dit punt te veranderen.

### 5.2.3 3D geomechanisch model 77-133 bar met addendum uitbreiding 150 bar

In maart 2018 is het rapport *3D Geomechanical Model for Gas Storage Bergermeer* van Fenix Consulting Delft B.V afgerond. Dit rapport heeft betrekking op het huidig vergunde reservoirdruk bereik van 77 tot 133 bar en is een verbetering van de bestaande modellen uit 2011. Het past de laatste technologische inzichten op het gebied van geomechanisch modelleren toe en is in lijn gebracht met daadwerkelijke meetdata sinds operatie.

Deze studie heeft geresulteerd in een aantal nieuwe inzichten in de karakteristieken van het veld en bevestigt opnieuw dat een verhoging van de druk het reservoir stabielere maakt.

Een belangrijk nieuw inzicht is dat het reservoir tijdens het opvullen stijver is dan gedacht en trager reageert op veranderende drukken dan eerder aangenomen. Concreter: aan het eind van de winning was een bodemdaling van 12 cm opgetreden op het diepste punt als resultaat van enkele decennia aardgaswinning. Op basis van de modelstudies was de verwachting dat dat aardoppervlak weer gedeeltelijk zou terugveren (stijgen) door het opnieuw vullen van het reservoir met gas. Echter, de stijging die door de GPS stations geregistreerd is, is kleiner dan verwacht. Het oppervlak boven het reservoir zal gedurende de opslagcycli dus minder ver op en neer veren vergeleken met een volledig elastisch reservoir.

Daarnaast is naar voren gekomen dat de microseismische gebeurtenissen tijdens de *opvulfase* van het reservoir met name ontstonden op de centrale breuk. De microseismiciteit ontstond op die plekken waar tijdens de *winningsfase* als gevolg van de afnemende druk, spanningen ontstonden die destijds leidden tot bevingen. Gedeelten van de breuk die actief waren tijdens het opvullen worden na verloop van tijd weer inactief. Dit toont aan dat er geen grote oppervlakken zijn op de breuk die kritisch gespannen raken, zodat er alleen kleine bevingen kunnen optreden.

Tot slot geeft de studie ook aan dat de *oorzaken* van de bevingen in 1994 en 2001 geen rol meer zullen spelen in de huidige operatie van de opslag. Dit komt omdat de operationele druk zich ruim boven de stabiele druk van de centrale breuk bevindt. Ook is de snelle opvulling van het reservoir, in vergelijking met de winning, gepaard gegaan met slechts zwakke microseismische activiteit. Hiermee is het aannemelijk dat het verder verhogen van de druk niet tot zwaardere activiteit zal leiden.

Deze visie wordt ook onderstreept door verdere analyse van de microseismische data. Deze laat zien dat het reservoir stabielere is geworden in het werkgebied van 77 tot 133 bar. Er is een duidelijke trend waarneembaar dat de microseismische activiteit af is genomen en op de centrale breuk zelfs helemaal is verdwenen bij het verhogen van de reservoirdruk. Dit komt doordat de verhoging van de *gemiddelde* reservoirdruk een stabiliserend effect heeft op de breuken.

Ter ondersteuning van de aanvraag voor een verhoging van de maximale reservoirdruk is het Fenix rapport uitgebreid met een model waarin de maximale werkdruk 150 bar is. Belangrijkste conclusie uit deze studie is dat een toename van de maximale werkdruk van 133 naar 150 bar een verwaarloosbare invloed heeft op het seismisch risico. Dit komt doordat:

- het seismisch risico op de centrale breuk bepaald wordt door de lage druk kant van de operationele cyclus. De gemiddelde kritische spanning op de breuk wordt dus niet beïnvloed door een verhoging van de werkdruk.
- de micro-seismiciteit op de oostelijke randbreuk wordt bepaald door de druksnelheid. Omdat deze druksnelheid hetzelfde blijft bij hogere drukken, zal de verwachte seismiciteit hier ook niet toenemen bij een hogere werkdruk.

Daarnaast blijft de amplitude van de bodembeweging bij een 77-150 bar cyclus binnen de 1 cm.

## 6 Beheersplannen en -maatregelen

Gasopslag Bergermeer opereert dus veilig sinds de start van operatie en aanvullende studies voor uitbreiding naar een maximum reservoirdruk van 150 bar voorspellen dat dit ook veilig blijft. Desalniettemin hanteert de gasopslag ook beheersplannen en –maatregelen: het zogenaamde verkeerslichtmanagementsysteem en het toepassen van actief reservoirmanagement. Beide beheersmaatregelen worden hieronder in meer detail besproken.

### 6.1 Verkeerslichtmanagementsysteem

Hoewel de diverse onderzoeken en monitoringsresultaten uitwijzen dat het opvullen van het reservoir meer stabiliteit geeft, heeft Gasopslag Bergermeer ook een plan van aanpak om in te grijpen indien de monitoring van de ondergrond iets onverwachts laat zien. De microseismische monitoring (beheerd door TAQA) en het gefoon- en accelerometernetwerk (beheerd door het KNMI) is dus gekoppeld aan een beheersmaatregel<sup>5</sup>.

Voor de uitvoering van deze beheersmaatregel is een Technische Commissie (TC) ingesteld. Deze TC bestaat naast de technische experts van TAQA uit vertegenwoordigers van de onafhankelijke instanties TNO, KNMI en SodM. Op basis van waarnemingen kan indien nodig actie worden genomen. Afhankelijk van de waarneming kan een vermindering van injectie/productie of zelfs volledige insluiting van de gasopslag het gevolg zijn.

	normaal werkgebied	verhoogde seismische activiteit, geen schade	sterk verhoogde seismische activiteit, lichte schade	heftige seismische activiteit verhoogde schade
Magnitude	Micro seismische bevingen worden gemeten, maar kunnen niet worden gevoeld. Dit is de normale werksituatie, geen speciale actie is vereist. Bij significante veranderingen in de seismische respons wordt de TC gewaarschuwd.	Boven magnitude 1.5 kunnen bevingen mogelijk gevoeld worden. De TC komt zo spoedig mogelijk bijeen (binnen 24 uur) om de gegevens te evalueren en injectie of productie aanpassingen aan te bevelen.	Vanaf magnitude 2.5 is zeer lichte tot lichte schade mogelijk aan gevoelige gebouwen. De TC komt met grootst mogelijke spoed bijeen om de situatie onmiddellijk te evalueren en zal indien nodig vergaande injectie of productie aanpassingen aanbevelen.	Vanaf magnitude 3.5 is het schade gebied meer uitgebreid, lichte structurele schade is mogelijk. Injectie of productie werkzaamheden worden tot nader order stil gelegd.
3.9				
3.0				
2.0				
1.0				
0				
-1				
-2				
-3				

Bovenstaande figuur geeft aan dat alles tot een magnitude van 1.5, dus zich afspelend in het groene gebied, als "normaal werkgebied" wordt beschouwd. Voor iedere beving met magnitude groter dan 1.5 zal een vervolgstudie worden gedaan. Daarbij zal, naast de voorgeschreven communicatie met de betrokken instanties, ook met de omgeving worden gecommuniceerd.

<sup>5</sup> 'Plan van maatregelen ter voorkoming of beperking van bodembeweging gebaseerd op microseismische monitoring bij de gasopslag in het Bergermeerreservoir'

Behalve naar magnitude wordt ook gelet op een eventuele toename in frequentie en concentratie van activiteit op een specifieke locatie. Bij een significante ongewone toename in de parameters zal de TC ook worden gewaarschuwd.

Overigens heeft alle microseismiciteit sinds het in bedrijf nemen van het microseismische monitoring systeem in 2010 zich ruim binnen het 'normale groene werkgebied' voorgedaan waardoor mitigerende maatregelen niet nodig zijn geweest.

## 6.2 Actief reservoirmanagement

Naast het verkeerslichtmanagementsysteem hanteert TAQA ook een actief reservoirmanagement. Hiermee wordt het drukverschil over de centrale breuk laag gehouden waardoor eventuele spanningen op de centrale breuk tot een minimum worden beperkt. Dit is mogelijk geworden sinds het in gebruik nemen van de 'nieuwe' Bergermeer putten die zich aan beide kanten van de breuk bevinden; 10 putten in blok I en 4 putten in blok II. Hierdoor kan de druk aan beide kanten van de breuk worden beheerst door het (extra) aan- of uitzetten van bepaalde putten tijdens injectie of productie.

## 6.3 Schadeafhandeling: Nulmeting en Convenant bodembeweging

Beide beheersmaatregelen hebben als doel mogelijke bodembewegingrisico's te beheersen. Afspraken over het vergoeden van eventuele schades kunnen uiteraard niet worden gezien als een beheersmaatregel, maar toch worden de diverse stappen, die in geval van een onverhoopte calamiteit een zorgvuldige afhandeling van schade waarborgen, volledigheidshalve in deze leeswijzer genoemd.

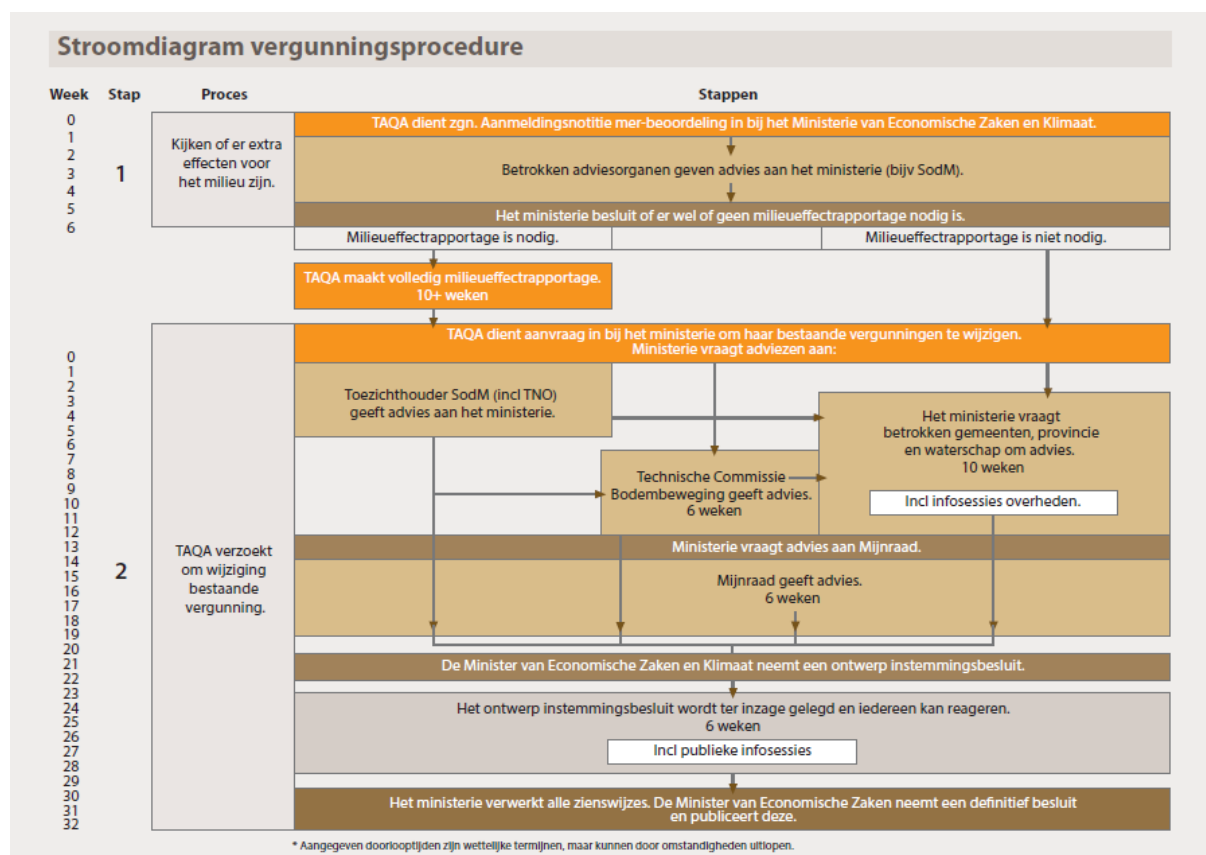
In het gebied binnen de gemeenten Alkmaar, Bergen, Heiloo en (toen nog de gemeente) Schermer is in 2012, in overleg met de betrokken gemeenten en het ministerie van Economische Zaken en Klimaat, een bouwkundige nulmeting uitgevoerd. Met deze nulmeting is een algemeen representatief beeld van de bouwkundige staat van de verschillende aanwezige gebouwen in het gebied rond de opslag beschreven. Dit biedt een hulpmiddel om eventuele schade aan panden te kunnen beoordelen. Elke schademelding wordt onderzocht door een onafhankelijk expertisebureau. Dat bureau kan elk schadegeval vergelijken met de staat van een vergelijkbare woning voor de beving (zelfde type woning, zelfde wijk). De nulmeting is dusdanig representatief dat er altijd één of meerder panden kunnen dienen als vergelijkingsmateriaal. TAQA is wettelijk aansprakelijk voor de gevolgen van bodembeweging veroorzaakt door het opereren van Gasopslag Bergermeer. Het onderzoek naar, de afhandeling van de schade en de wijze waarop wordt vergoed is vastgelegd en beschreven in het 'Convenant Bodembeweging' dat TAQA is aangegaan met de gemeenten in het invloedsgebied van Gasopslag Bergermeer. Het Convenant Bodembeweging is te downloaden via <http://www.taqainnederland.nl/downloads/>. In lijn met het feit dat alle microseismiciteit sinds het in bedrijf nemen van de opslag zich ruim binnen het 'normale groene werkgebied' hebben voorgedaan, zijn er ook geen schademeldingen geweest in deze periode.

## 7 Toelichting op de vergunningprocedure voor 150 bar

Als gezegd, voor de uitbreiding naar 150 bar is een wijziging van het instemmingsbesluit van het opslagplan nodig van de Minister van Economische Zaken en Klimaat. Het plan zelf hoeft niet te

worden gewijzigd, het voorzag immers al in een reikwijdte tot (in eerste instantie) 150 bar. De uitgevoerde studies moeten daarom worden gezien als verdere ondersteuning op het bestaande opslagplan. Daarnaast wordt de bestaande omgevingsvergunning van de Bergermeerlocatie aangepast met een kleinere risicocontour.

Onderstaand stroomdiagram geeft in detail aan hoe de vergunningsprocedure voor 150 bar eruitziet. Op het moment van schrijven van deze leeswijzer (november 2018) bevindt de procedure zich aan het begin van stap 2; TAQA heeft het daadwerkelijke verzoek bij het ministerie ingediend om het huidige vergunde bereik tot 133 bar te wijzigen. Nadat het ministerie advies heeft ingewonnen bij SodM, TNO Bouw en Ondergrond, de Technische Commissie Bodembewegingen, gemeenten, provincies, waterschappen en de Mijnraad zal het ministerie een ontwerpbesluit nemen. Op dit besluit kunnen belanghebbenden reageren waarop het ministerie op basis van alle ingewonnen informatie (inclusief publiek) een definitief besluit neemt.



Het aantal weken genoemd aan de linkerkzijde van het stroomdiagram is de minimale doorlooptijd per stap. De bevoegde instanties kunnen voor sommige onderdelen langer tijd nodig hebben.