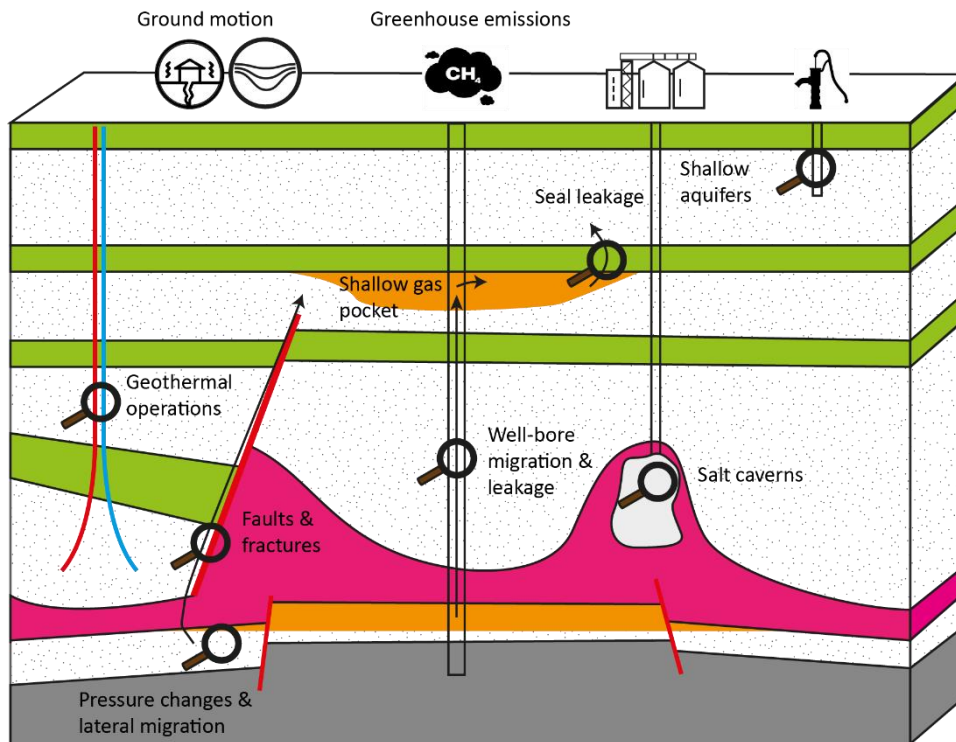


KEM-19 - Evaluation of post-abandonment fluid migration and ground motion risks in subsurface exploitation operations in the Netherlands



Public summary - Phase-2

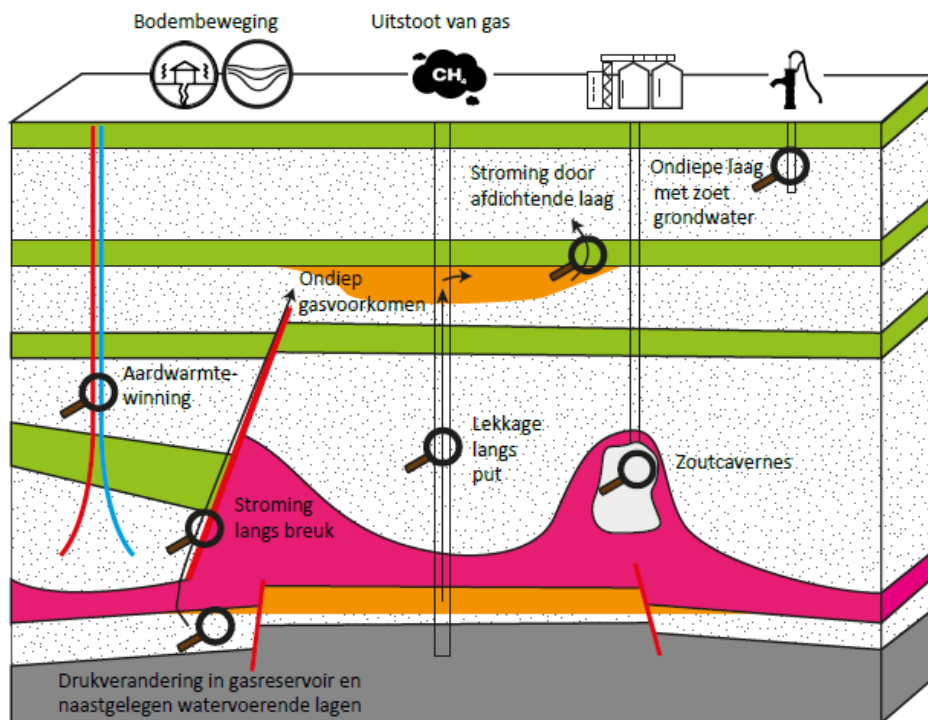
Client	Ministry of Economic Affairs and Climate Policy
Client reference	KEM 19 / 202003118
Client Contact	van Thienen-Visser K.
Prepared by	Wildenborg T., Peters L., Moghadam A., Fokker P., Geel K., Nelskamp S., Bottero S., (TNO); Wiersma A., Marsman A., (Deltares);
Date	Final Report: 1 July 2022

Publieke samenvatting van onderzoek in het Kennisprogramma over de Effecten van Mijnbouw (KEM)**Mogelijke gevolgen van gaswinning op de lange termijn (project KEM-19)*****Achtergrond***

Gaswinning uit de Nederlandse ondergrond neemt af doordat de reserves langzaam maar zeker opraken, doordat de aandacht verschuift naar meer duurzame energiebronnen en, in een uniek geval, doordat de veiligheid in het geding kan zijn zoals bij het Groningen gasveld. Tegelijkertijd krijgen nieuwe energiewinnings- en opslagactiviteiten in de ondergrond, als onderdeel van de overgang naar een klimaat-neutrale energievoorziening, steeds meer aandacht. Deze activiteiten zullen op een veilige en milieuvriendelijke manier moeten worden ingericht. In de analyse daarvan is het belangrijk om de effecten van voormalige gaswinning mee te nemen.

Door de winning van gas uit reservoirs in diepe aardlagen in de Nederlandse ondergrond is de druk in deze reservoirs gedaald, wat tot ver na het staken van de productie een effect kan hebben. De verlaging van de druk kan ook de druk in de watervoerende lagen naast het gasreservoir beïnvloeden en leiden tot een grotere bodemdalingskom, al dan niet gepaard gaande met mogelijke seismiciteit langs bestaande breukvlakken. Ten behoeve van de gaswinning zijn er veel putten geboord om het gas op een gecontroleerde manier naar het aardoppervlak te brengen. Langs de buitenkant van deze putten kunnen gassen en vloeistoffen migreren als de ruimtes tussen de putten en het omringende gesteente niet goed of niet meer goed zijn afgedicht. Dergelijke migratie kan ook gebeuren langs natuurlijke stroompaden, bij voorbeeld langs natuurlijke breuken in de gesteenten boven het gasreservoir.

In opdracht van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat hebben TNO en Deltares de mogelijke lange termijn gevolgen van gaswinning op de ondergrond in kaart gebracht. Hierbij werd het Groningen gasveld als voorbeeld gekozen, vanwege de beschikbaarheid van gegevens en de unieke casus. De aandacht in deze opdracht ging vooral uit naar de verandering in de drukverdeling in de diepe ondergrond en de mogelijke gevolgen voor bodembeweging, alsook de mogelijke stroming van gas of vloeistof langs gasputten dan wel natuurlijke stroompaden naar ondiep zoet grondwater of naar het aardoppervlak. Kennis van de lange-termijn effecten van voormalige gaswinning kunnen ook van belang zijn voor het ontwerp van toekomstige winnings- of opslagactiviteiten. De resultaten uit dit onderzoek vormen de opmaat voor aanbevelingen voor een kwantitatieve evaluatie van de voornoemde dreigingen en gevolgen, en bijbehorende monitoring strategieën. De belangrijkste elementen van het onderzoek zijn weergegeven in bijbehorende figuur.



Figuur: Schematisch diagram van aardoppervlak en ondergrond met de belangrijkste onderwerpen van de KEM-19 studie; diagram is niet op schaal.

Belangrijkste uitkomsten

Om de verandering in drukopbouw in de diepe ondergrond beter te begrijpen is een computermodel gebouwd dat de toekomstige drukverdeling nabootst. De belangrijkste uitkomst is dat over een periode van meer dan 500 jaar de druk in de watervoerende lagen naast het Groningen gasveld in sommige gebieden met 30 à 50% van de oorspronkelijke druk kan afnemen. Daarentegen neemt de druk in het Groningen gasveld in deze periode maar weinig toe.

De drukdaling in de watervoerende lagen zal daling veroorzaken van het aardoppervlak erboven. Bovenop de daling die al heeft plaatsgevonden tijdens productie van het gas, verwachten wij een daling die kan oplopen tot waarden tussen 4 en 13 cm. De beperkte drukverhoging in het gasreservoir zelf, veroorzaakt door druk egalisatie in vooral het zuiden van het gasveld, leidt in de berekeningen tot maximaal 1 cm bodemstijging.

De drukdaling in de watervoerende lagen naast het gasreservoir kan daarnaast leiden tot activering van breuken en daarmee gepaard gaande seismiciteit. Dit wordt bevestigd door aardbevingen die zijn ontstaan in de watervoerende lagen naast het gasreservoir; deze zijn gelokaliseerd in de gebieden waar significante drukdaling was opgetreden.

Het is onwaarschijnlijk dat het gas dat is achtergebleven in het ingesloten reservoir kan wegstromen langs putten of natuurlijke stroompaden in de ondergrond vanwege de lage druk in het reservoir. Voor kleine gasreservoirs geldt dat lekkage zou kunnen optreden op de lange termijn indien het gas opnieuw op druk gebracht wordt door het instromen van vloeistoffen uit aanpalende watervoerende lagen. Ondiepere voorkomens van gas die onder druk staan en doorboord worden door putten of in contact staan met natuurlijke stroompaden kunnen wel leiden tot lekkage naar ondiep zoet grondwater of naar het aardoppervlak. In een extreem geval van lekkage langs een niet goed afgedichte put, werd berekend dat enkele duizenden kilo's aardgas per jaar kunnen weglekken naar

zoet grondwater en het aardoppervlak. Mogelijke natuurlijke stroompaden werden in beeld gebracht met behulp van een 'foutenboom', waarin door de drukdaling gereactiveerde breuken een centrale rol spelen. Gereactiveerde breuken vormen één van de weinige manieren om lekkage door de van nature aanwezige afdichtende laag boven het gasreservoir mogelijk te maken.

De gevolgen van gaswinning kunnen invloed hebben op mogelijke toekomstige winnings- of opslagactiviteiten in, naast of boven het geproduceerde gasreservoir. Deze activiteiten omvatten onder meer de winning van aardwarmte en de opslag van aardgas of waterstof (in lege gasvelden of zoutcavernes) of de opslag van perslucht (in zoutcavernes).

Aanbeveling voor kwantitatieve beoordeling en monitoring

Voortbouwend op de hiervoor gepresenteerde resultaten is een raamwerk uitgewerkt voor de kwantitatieve beoordeling van effecten van voormalige gasproductie. De aanpak voorziet in de integratie van aanwezige gasvelden per regio, koppeling van de verschillende modellen en het gebruik van gemeenschappelijke meeteenheden en tijdschalen.

Centraal in de kwantitatieve beoordeling staat de behandeling van onzekerheden in randvoorwaarden, aannames, invoergegevens en processen, vooral in hun effect op het uiteindelijke risico. Voor de beoordeling van de drukverdeling in de diepe ondergrond zijn meer gedetailleerde modellen nodig voor gebieden met grote drukveranderingen en voor gebieden met beïnvloeding door meerdere (kleinere) gasvelden. De reservoirmodellen en de geomechanische parameters voor bodembeweging dienen hierop aangepast te worden.

Voor de beoordeling van lekkage via putten of geologische stroompaden is verdere (locatie-specifieke) karakterisatie nodig: De aanwezige putten dienen geëvalueerd te worden op hun afdichting, de aanwezigheid van ondiepe gasvoorkomens en de opbouw van lagen met zoet grondwater rondom putten. Breuken en hun mechanische eigenschappen moeten worden vastgesteld voor de beoordeling van de dreiging van aardbevingen. Scenario's met beschrijving van geologische stroompaden zijn nodig voor de beoordeling van de dreiging van lekkage langs dergelijke routes.

De beoordeling van effecten van lekkage en bodembeweging leidt tot het vaststellen van beïnvloedingszones rond gasvelden die van belang zijn voor de planning van toekomstige winnings- of opslagactiviteiten in de ondergrond.

Monitoring van de ondergrond en het aardoppervlak is nodig om de beoordelingsmodellen te ijken en te testen, ongewenste effecten te signaleren en eventuele maatregelen voor het reduceren daarvan in te zetten. Drukgegevens van de diepe ondergrond zijn van belang voor alle modellen. Voor bodembeweging is de beschikbaarheid van satellietwaarnemingen aan het aardoppervlak gewenst evenals waarnemingen van aardbevingen. Het meten van concentratie van gassen direct onder slecht doorlatende lagen kan helpen bij het signaleren van lekkage en het actualiseren van de stromingsmodellen.

Uitkomsten van de voorgestelde beoordeling van effecten van voormalige gasproductie zijn bedoeld om betrokken publiek, de overheid en bedrijven te informeren. Het resultaat is in het bijzonder van belang voor bedrijven die in de toekomst nieuwe activiteiten binnen de beïnvloedingszone van voormalige gasproductie willen uitvoeren. Hierbij kan het onder meer gaan om de winning van aardwarmte, opslag van warmte, aardgas, CO₂ of waterstof, of de winning van aardgas of zout. Voor het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat en Staatstoezicht op de Mijnen kan het resultaat relevant zijn voor het opstellen van nieuw beleid en regelgeving voor het veilig gebruik van de ondergrond in gebieden met voormalige gasproductie.